

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Řešení nestandardních výrobních požadavků

Solving Nonstandard Production Requirements

Student:

Bc. Petra Sušilová

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.

Ostrava 2017

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petra Sušilová**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **2303T002 Strojírenská technologie**
Specializace: **10 Technologický management**
Téma: **Řešení nestandardních výrobních požadavků
Solving Nonstandard Production Requirements**
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska řešení problematiky.
2. Analýza současného stavu týkající se nestandardních výrobních požadavků na údržbu.
3. Vyhodnocení analýzy, identifikace problémů a specifikace požadavků s ohledem na řešenou problematiku.
4. Návrh řešení a jeho komplexní posouzení.
5. Celkové zhodnocení přínosu práce a závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 (01 0197). *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: ÚNMZ, 2011. 40 s.
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. Vyd. 3. Brno: CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.
LÍBAL, V. a kol. *Organizace a řízení výroby*. Vyd. 7. Praha: SNTL, 1989. 558 s. ISBN 80-03-00050-5.
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivana Šajdlerová, Ph.D.**

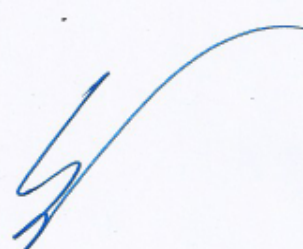
Konzultant diplomové práce: **Ing. Martin Procházka**

Datum zadání: **09.12.2016**

Datum odevzdání: **15.05.2017**


Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry



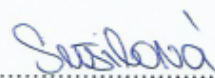

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísečné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem použila interní údaje získané od společnosti VÍTKOVICE MECHANIKA a.s., společnost s jejich zveřejněním souhlasí.

V Ostravě dne 15. května 2017



.....
Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědoma, že na tuto moji závěrečnou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou diplomovou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této diplomové práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на ве́домі́, že - podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato diplomová práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 15. května 2017

Sušilová

Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Petra Sušilová

Adresa trvalého pobytu autora práce:

ČSČK 2247

*Frydek - Místek
73801*

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

SUŠILOVÁ, P. *Řešení nestandardních výrobních požadavků: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2017, 65 s. Vedoucí práce: Šajdlerová, I.

Diplomová práce je zaměřena na návrhy řešení nestandardních výrobních požadavků a jejich zavedení ve společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* Praktická část analyzuje současný stav výroby, ze kterého tyto požadavky vychází. Obsahuje jeho zhodnocení a návrhy možných změn, které by měly vést k vyšší výkonnosti, snadnější údržbě, získání informací o skladě a množství prostoje, a tudíž i přesnějšímu ohodnocení pracovníků. Na závěr jsou navržená opatření zhodnocena.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

SUŠILOVÁ, P. *Solving Nonstandard Production Requirements: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Control Systems and Instrumentation, 2017, 65 p. Thesis head: Šajdlerová, I.

This thesis is targeted for proposals of non-standard production requirements for maintenance and their introduction into the company *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* The practical part of this thesis analyzes the current state of production from which these requirements are based. It also includes evaluation and suggestions for possible changes that should lead to higher performance, easier maintenance, acquisition information of store and the amount of downtime as well as more accurate assessment of employees. In the final part there are all proposals evaluated.

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů	9
Úvod	10
1 Teoretická východiska práce	11
1.1 Definice základních pojmů výroby	11
1.1.1 Výroba	11
1.1.2 Výrobní proces	12
1.1.3 Členění výroby podle množství vyráběných produktů	12
1.2 Údržba	13
1.2.1 Preventivní údržba	13
1.2.2 Prediktivní údržba	14
1.2.3 Reaktivní údržba	14
1.2.4 Metoda TPM	14
1.2.5 Metodika RCM	15
1.3 Provozní spolehlivost	16
1.4 Úvod do teorie čárových kódů	17
1.4.1 Čárové kódy	17
1.4.2 Automatická identifikace	18
1.5 Nestandardní výroba	19
1.6 Standardizace	19
1.6.1 Standard	20
1.6.2 Norma	21
1.6.3 Normativy procesu výroby	22
1.7 Teorie k návrhům řešení	23
1.7.1 Stavební deník	23
1.7.2 Ukazatel OEE	23
2 Analýza současného stavu firmy	25
2.1 Základní informace o firmě	26
2.2 Činnosti, které firma <i>VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.</i> nabízí	26

2.3	Strojírenská a montovaná výroba	27
2.4	Nestandardní výrobní požadavky	29
2.5	Standardní průběh výroby	30
2.5.1	Záznamy prováděných výrobních operací	31
2.6	Nestandardní výroba	32
2.6.1	Vliv nestandardní výroby	32
2.7	Průběh analýzy	34
2.8	Grafické znázornění výroby	39
2.9	Rozdělení výroby	42
2.10	Ukončené operace	43
3	Vyhodnocení analýzy a identifikace problémů	44
3.1	Zhodnocení dostupnosti, výkonnosti a OEE	44
3.2	Zhodnocení směnnosti	45
3.3	Zhodnocení kapacitního vytížení strojů	45
3.4	Zhodnocení rozdělení výroby	46
3.5	Zhodnocení ukončených operací	47
3.6	Identifikace problémů	48
3.6.1	Počet operací	48
3.6.2	Plnění norem standardní výroby	48
3.6.3	Další problémy	49
3.7	Specifikace požadavků	49
4	Návrhy řešení a jejich komplexní posouzení	50
4.1	OEE - Celková efektivita výrobního zařízení	50
4.1.1	Ukazatel TEEP	50
4.1.2	Ukazatele OAE a OPE	50
4.1.3	Ukazatel OFE	51
4.2	Určení pracovníků nestandardní výroby	51
4.3	Systémy pro zjišťování polohy	52
4.3.1	Použití ve výrobní hale	52
4.4	Úprava interního systému	53
4.5	Hodnocení zaměstnanců	54

4.6	Stavební deník	54
4.7	Metoda TPM	56
4.8	RCM – Údržba orientovaná na spolehlivost	57
5	Celkové zhodnocení a závěr	59
	Literatura	60
	Seznam obrázků	64
	Seznam tabulek	65

Seznam použitých zkratk a symbolů

§	– Paragraf
CCD	– Charge Coupled Device
CEZ	– Celková Efektivnost Zařízení
CMMS	– Computerized Maintenance Management Systems
CNG	– Compressed Natural Gas
CTE	– Cycle Time Effectiveness
EAN	– European Article Number
FSI	– Funkčně významný prvek
Nh	– Normohodina
NS	– Nákladové středisko
OAE	– Overall Asset Effectiveness
OEE	– Overall Equipment Effectiveness
OFE	– Overall Factory Effectiveness
OH	– Odpracovaná hodina
OPE	– Overall Production Effectiveness
OTE	– Overall Throughput Effectiveness
QR	– Quick Response
RCM	– Reliability Centered Maintenance
Sb.	– Sbírky zákona
spol.	– Společnost
TEEP	– Total Equipment Effectiveness Performance
TPM	– Total Productive Maintenance
uo	– Ukončené operace
UPC	– Universal Product Code
UWB	– Ultra-wideband

Úvod

Výrobní proces společnosti, a to jak průmyslově orientované, tak ekonomické a jiné, lze s nadsázkou přirovnat k fungování lidského organismu. Tělo člověka obsahuje, stejně jako stroje, pestrou škálu řídicích mechanismů, kloubových a pohybových částí, filtrační součástky, a další. Výjimkou je snad jen řídicí mechanismus, jenž je u lidského těla ve všech případech plně automatizován. V případě selhání jakékoli jmenované části je způsobena újma, v tomto případě na zdraví. Stejně tak je i v případě strojů ve výrobním procesu zapříčiněna újma s tím rozdílem, že tentokrát se jedná jen o neproduktivní čas či finanční výdaj.

Veškeré výrobní podniky většinou disponují velkým počtem strojů a zařízení. Ty všechny jsou, ve velkém množství případů, výsledkem nabízených služeb jiného podniku, výrobce. Ten má za své produkty odpovědnost pouze v době platnosti záruční doby, po jejím vypršení však veškerá servisní a údržbová odpovědnost připadá na podnik samotný. Právě tyto výdaje tvoří velkou část všech vynaložených nákladů průmyslově orientovaných firem [1].

Je tedy zřejmé, že údržba je nedílnou součástí všech společností. Nemusí se jednat pouze o společnosti průmyslové, jelikož je nadmíru jasné, že i sebemenší společnost disponuje nějakým druhem výpočetní techniky a podobně. Provozní spolehlivost výrobku (stroje), je jeho hlavní vlastnost. Udává možnost plnění funkce, pro kterou byl určen, v závislosti na daných provozních podmínkách a požadované době provozu. Tato spolehlivost se prolíná celým životním cyklem provozovaného objektu.

Jedním z důležitých činitelů pro rentabilitu zakázky společnosti je plynulost produkce, a s tím spojená celková kvalita výrobního procesu. Ztráty při odstávkách provozu a kvalita výsledných produktů má vysoký dopad na tržní konkurenceschopnost podniku [2].

Z tohoto důvodu vznikla i tato práce, která by měla být objektivním řešením konkrétního typu výroby ve společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.*

Cílem práce jsou návrhy řešení nestandardních výrobních požadavků, které by měly zefektivnit výrobní proces, zjednodušit údržbu a přípravu výroby, zajistit reálné ohodnocení zaměstnanců dle jejich skutečného výkonu aj.

1 Teoretická východiska práce

Tato část diplomové práce slouží k objasnění jednotlivých pojmů, které zde budou uvedeny. Má za úkol objasnění jednotlivých pojmů dané problematiky. Budou zde uvedeny definice a vysvětleny pojmy z oblasti výroby a teorie čárových kódů, včetně jejich identifikací. Dále pak termín standardizace a další pojmy, které jsou uvedeny v návrhové části práce.

1.1 Definice základních pojmů výroby

Součástí této práce, jak již bylo zmíněno, je i řešení nestandardních požadavků ve výrobním podniku. Pro analytickou část je proto nutné uvést pojmy, které zde budou uvedeny. Jedná se například o pojmy výroba, výrobní proces, členění výroby z hlediska sortimentu a objemu výroby aj.

1.1.1 Výroba

Uskutečňuje uspokojování potřeb zákazníků tím, že vytváří nové užité hodnoty. Výrobek nebo služba vzniká transformací, nebo-li přeměnou daných vstupů, které do výroby vkládáme, na výstupy (statky, služby). Tyto výstupy dále procházejí spotřebou. Statky jsou označovány fyzické komodity vyráběné za účelem uspokojování potřeb. Služby jsou úkony, po kterých existuje poptávka a jsou mnohdy označovány za nehmotné statky. Pojem výroba může být tedy chápán jako:

- oblast řízení mezi nákupem a odbytem,
- označení hmotného zboží,
- označení oblasti hospodářství.

Jedná se tedy o proces, tvořící centrální oblast výrobního podniku. Taktéž je rozhodující částí hodnototvorného řetězce. Bez jejího efektivního fungování by nebylo možné dosáhnout konkurenční výhody a zajistit ekonomickou existenci firmy.

Cíle výroby, lze rozčlenit do několika kategorií jako:

- uspokojení požadavků trhu,
- plnění ekonomických cílů pro další rozvoj či přežití,

- efektivní využití dostupných a předpokládaných kapacit a zdrojů,
- podpora inovací a vytváření odpovídajícího prostředí [3, 8, 9].

1.1.2 Výrobní proces

Realizuje se výrobním systémem. Jedná se o přeměnu vstupních výrobních faktorů na výstupní (zboží, služby) za použití určité technologie. Výrobní proces je determinován:

- určením výrobku/služby,
- rozdílností a množstvím výrobků/služeb,
- použitými technologiemi, organizací a uspořádáním výroby,
- výrobní stabilitou a schopností reakce na poptávku [3, 10].

1.1.3 Členění výroby podle množství vyráběných produktů

Toto rozdělení spadá pod typologii výroby podle programu, která je založena na charakteristice strany výstupu z výrobního systému. To znamená, že se jedná o vlastnosti produktu a programu. Vlastnosti produktu se dělí podle druhu, tvaru, složitosti a pohyblivosti zboží. Vlastnosti výrobního programu se pak dělí podle počtu druhů výrobků, které firma vyrábí, množství výrobků, které jsou vyráběny najednou a podle jejich vztahu k odbytu. Pro dané téma je nutné uvést hlavně dělení podle množství výrobků. Výroba podle počtu vyráběných kusů:

Kusová individuální produkty, individuální zákaznické zakázky, vysoká flexibilita výrobního zařízení, velký počet vyráběných druhů v malém množství. V závislosti na výrobním programu se neustále mění průběh výrobního procesu. Problémem může být malá možnost předpovědi požadavků a s tím související dlouhé dodací lhůty (nedostatek požadovaného materiálu na skladě).

Sériová omezený počet stejných výrobků, výroba v dávkách (sériích), průběh výroby méně stabilní než u kusové výroby. Potíže nastávají při změně seřízení strojů a zařízení na novou sérii. Důležitá je flexibilita zařízení. Plánování zaměřeno na velikosti zakázek, dodací lhůty, zásoby na skladech atd.

Hromadná jeden druh výrobků ve velkém množství, stálá výroba, časově neomezená, výrobní faktory vysoce specializované, vysoký stupeň mechanizace a automatizace. Průběh výrobního procesu částečně stabilizován díky pravidelnému opakování výroby. Negativním faktorem se zde stává monotónnost práce a zajištění kvalifikace pracovníků.

Zásadním rozdílem mezi těmito druhy výroby je v množství zpracovávaných sérií a způsobu přidělování výrobních faktorů. Příkladem může být specializace pracovníků, charakter uspořádání výroby, používané vybavení atd. Z pohledu sériové a hromadné výroby jsou většinou využívány stroje, které mají vysokou míru specializace a automatizace, kdy je zapotřebí menší počet pracovní síly [3, 9].

1.2 Údržba

Jedná se obecně o kombinaci souboru činností (administrativních, technických a manažerských), jež by měly sledovanému objektu v průběhu jeho životnosti zachovat jeho provozuschopnost, popřípadě zajistit, aby se při poruše vrátil do tohoto stavu ve kterém může vykonávat danou funkci. Jejím hlavním cílem je předcházení systémových poruch či výpadků. Především je údržba důležitá v místech, kde by mohlo díky selhání systémů dojít k ohrožení lidského života. Dalšími přínosy vyplývající z pravidelné údržby jsou [3, 12, 27]:

- prodloužení doby životnosti sledovaného objektu,
- celkové snížení počtu poruch,
- zlepšení provozní bezpečnosti,
- zvýšení připravenosti objektů plnit žádanou funkci,
- optimalizace provozních procesů.

1.2.1 Preventivní údržba

Zavádí se z důvodů, díky nimž by v provozu docházelo k menšímu počtu odstávek a zároveň časy, které byly obecně vyhrazeny na údržbu strojů by se razantně zkrátily. Velký význam má zavedení preventivní údržby i proto, aby vznikla možnost sladit potřeby výroby i údržby z časového hlediska. Pro dosažení těchto cílů, které jsou výše

uvedeny je potřeba nejen zavést průběžnou kontrolu, ale i dostatečné zásobování náhradních dílů sloužících k udržení provozuschopnosti. To znamená, že provozovatel musí zajistit plynulé zásobování přičemž nesmí vznikat přebytek zásob náhradních dílů na skladě [3].

1.2.2 Prediktivní údržba

Při jejím zavedení se statisticky analyzují data ovlivňující chod provozu. Podle výsledků z této analýzy se dále přistupuje k údržbovému plánování. Totéž platí i pro výměnu dílů, u nichž končí životnost. Jako příklad může být uvedeno zařízení, které vykazuje změny v činnosti během jeho provozu, díky nimž dochází k poruchám. V takovém případě je zapotřebí zjistit kde problém vzniká a zajistit následnou výměnu součástek. V opačném případě by jinak mohlo dojít k ukončení životnosti zařízení [3].

1.2.3 Reaktivní údržba

Značí opravu během poruchy, nebo hned po ní, kdy nedochází k preventivní údržbě. Závada se opraví teprve tehdy, kdy se nějakým způsobem projeví nebo je přímo nalezena. Jako typickou ukázkou lze zvolit prasklý klínový řemen na obráběcím zařízení, kdy je nutné jej vyměnit. Kvůli tlaku odběratelů se proto výrobci častěji uchylují k rychlejší korektní údržbě, než k té, jež prokazatelně ovlivňuje dlouhodobá rizika [3, 12].

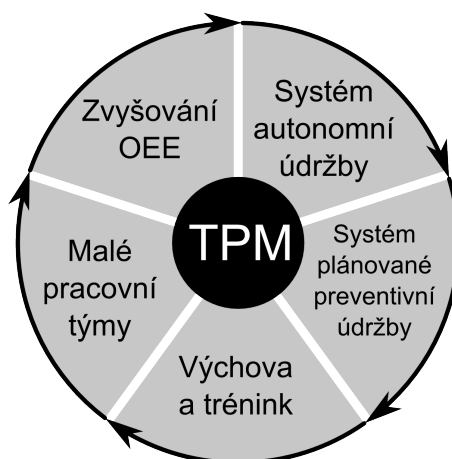
1.2.4 Metoda TPM

Tento pojem je zkratkou z anglického *Total Productive Maintenance*, což znamená, totálně produktivní údržba. Základní koncept metody TPM je založen na principech snižování ztrát zařízení při:

- poruše,
- najíždění,
- seřízení,
- chodu na prázdko,
- zmetkovitosti,
- snížené vytíženosti.

Výsledkem je maximalizace výkonnosti a celkové účinnosti zařízení [22]. Zavedením této metody dochází ke zlepšení stávající koncepce údržby a kontinuální zlepšování zařízení. Výrobní pracovníci mohou dále rozvíjet autonomní údržbu. Lze také zvyšovat dovednosti a znalosti prostřednictvím týmové práce a motivace pracovníků [13, 14].

Údržba TPM je postavena na existenci pilířů daného systému, které jsou zobrazeny na obrázku 1 [24].



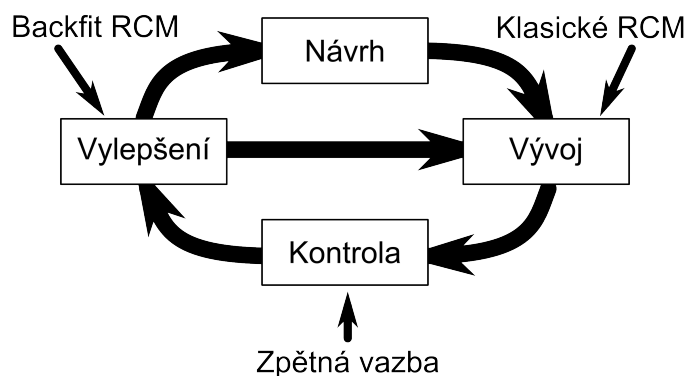
Obrázek 1: Pilíře TPM [24]

Taktéž je TPM charakteristické tím, že přenáší odpovědnost přímo na uživatele zařízení, který zajišťuje údržbu. Tento systém údržby je označován jako autonomní. Obsluha pak věnuje čas i na čištění, kontrolu a provádění základní kontroly svých zařízení. Tím zaměstnanci údržby získávají více času na školení, generální opravy, preventivní plánovanou údržbu a optimalizaci procesů. Nevýhodou je ovšem větší vytíženost pracovníků [13, 14, 18].

1.2.5 Metodika RCM

Jedná se o metodiku údržby zaměřenou na bezporuchovost. Tato metodika je zaměřena na údržbu při dosahování provozu s minimálním výskytem poruch. Dokáže pružně reagovat na změny provozních technologických a ekonomických podmínek. Je vhodná pro podniky s různorodými technickými, technologickými a organizačními podmínkami, např. obráběcími stroji, manipulačními zařízeními, zkušebnami a kontrolními a měřicími přístroji různých typů. Z tohoto důvodu každé zařízení vyžaduje specifické

požadavky na údržbu a opravy. Přestože jsou požadavky na výslednou činnost pro veškeré pracoviště stejné, vznikají rozdíly v kvalitě, a tím i v provozní spolehlivosti.



Obrázek 2: RCM

Metodika RCM tudíž představuje preventivní udržování, jehož cílem je požadovaná funkční spolehlivost, bezpečnost a bezporuchovost [11, 17, 18].

1.3 Provozní spolehlivost

Je nejdůležitější fází technické životnosti stroje či zařízení, jelikož se z nich stává výrobní prostředek, který firmě přináší užitek (hodnotu). K rekonstrukci a inovaci nespolehlivého stroje nebo jeho části dochází sledováním provozní spolehlivosti za pomoci její zpětné vazby. Prolíná se celým průběhem technického života každého objektu. Jde tedy o vlastnost objektu, kdy za určené tolerance, při provozních podmínkách a požadované době provozu plní určené funkce. Za dílčí znaky provozní spolehlivosti můžeme označit pohotovost, funkčnost, udržovatelnost, bezpečnost, zajištěnost údržby, bezporuchovost aj. Systémové procesní chápání údržby jako nástroj, kterým lze zajistit provozní spolehlivost. Definice několika znaků provozní spolehlivosti [7]:

Pohotovost Jedná se o schopnost zařízení vykonávat požadovanou funkci v libovolném čase. Vyjadřuje se pohotovostním součinitelem (číselně).

Bezporuchovost Dalším znakem provozní spolehlivosti je i bezporuchovost, jež se vyjadřuje počtem poruch, pravděpodobností provozu bez poruch a jinými.

Životnost Zachycuje vlastnost zařízení či stroje plnit danou funkci do doby jeho mezního stavu, který je dán technickými podmínkami. Vyjadřuje se například dobou pro opravy a dobou pro údržbu, technickou životností.

Udržovatelnost Tímto znakem je myšlena schopnost, při které jdou následky opotřebením odstranit, nebo jim předejít. Vyjadřuje se zejména střední dobou údržby, střední dobou oprav, intenzitou oprav [7, 8].

1.4 Úvod do teorie čárových kódů

Výroba ve firmě, která je v rámci diplomové práce rozebírána a zohledňována, je zaměřena na identifikaci výroby pomocí čárových kódů. Z tohoto důvodu zde budou vysvětleny pojmy, které s tímto tématem úzce souvisí. Jedná se například o vysvětlení čárových kódů jako takových, jejich rozdělení nebo vysvětlení pojmu automatická identifikace a jiné.

1.4.1 Čárové kódy

S tímto termínem je spjata mezinárodní zkratka *EAN* (European Article Number). Ve volném překladu znamená číselné označení výrobku. Ačkoli z názvu vyplývá skutečnost o výhradně evropském formátu, je tento způsob značení uznáván celosvětově. Jak již pojem čárový kód naznačuje, jedná se o černotisk složený z různě širokých svislých pruhů s nenormalizovanou (variabilní) délkou.

Základním porovnávacím kritériem čárových kódů je jejich kódovací tabulka. Podle znaků, které jsou v tabulce uvedeny, můžeme hovořit o čárových kódech:

- numerických,
- numerických se speciálními znaky,
- alfanumerických,
- úplných alfanumerických.

Čárové kódy můžeme rozdělit do dvou základních skupin, a to na *čárové kódy užívané obchodem* a *čárové kódy užívané v průmyslu*. Pro obchodní užití jsou využívány typy *EAN 8* a *EAN 13*, které mají pevně stanovenou délku znaků. Naopak pro průmysl je možné kódovat s různým počtem znaků [4].

Tabulka 1 zobrazuje vlastnosti některých vybraných druhů čárových kódů. Ve sloupci *Typ* znak *N* symbolizuje numerický typ, znak *S* typ speciální a znaky *A* nebo *a* znázorňují klasickou abecedu, rozdílnou pouze v kapitálkách.

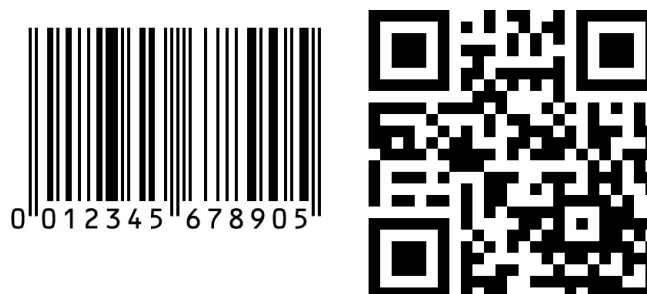
Tabulka 1: Porovnávací tabulka vybraných čárových kódů [4]

Kód	Počet znaků	Typ	Délka	Použití
UPC A	10	N	Fixní (12)	Obchod
UPC E	10	N	Fixní (8)	Obchod
EAN 8	10	N	Fixní(8)	Obchod
EAN 13	10	N	Fixní (13)	Obchod
Code 2/5	10	N	Variabilní	Technika
Codabar	16	N, S	Variabilní	Fotolaboratoře, zdravotnictví
Code 39	43	N, S, A	Variabilní	Všeobecné použití
Code 128	128	N, S, A, a	Variabilní	Technika, farmacie, medicína

Přestože je využití čárových kódů pořád hojně využíváno, stále více firem a podniků přechází na nový typ značení, jež je znám pod zkratkou *QR*. Stejně jako *EAN* kódy, jsou i *QR* kódy prostředkem pro automatizovaný sběr dat.

Zkratka *QR* (*Quick Response*) indikuje kódy rychlé reakce. Narozdíl od klasických čárových kódů jsou *QR* kódy tvořeny čtvercovou mřížkou a umožňují zakódovat větší množství dat. Další výhodou oproti kódům čárovým je nezávislost na orientaci při jeho snímání [4].

Porovnání čárového a *QR* kódu je vyobrazeno na obrázku 3, přičemž kód *QR* se nachází napravo.



Obrázek 3: Vizuální porovnání *EAN* a *QR* kódu [5, 6]

1.4.2 Automatická identifikace

Tento způsob rozpoznání se implementuje tam, kde většinu informací zpracovávají počítače. Na sběr, tvorbu a přenos dat jsou kladeny vysoké nároky na spolehlivost a účinnost. Proto se zavádí systémy automatické identifikace, které tyto aspekty řeší efektivním způsobem a neustále zlepšují kvalitu procesů tím, že řeší okruhy otázek, které s tím souvisí.

Prvky automatické identifikace musí splňovat:

- možnost jednoduchého kódování,
- možnost jednoduchého čtení,
- zpracování dat bez rizika lidských chyb.

Typickým a nejznámějším způsobem automatické identifikace jsou čárové kódy, které jsou pro uživatele cenově dostupné a hlavně jednoduché. Etikety, které jsou opatřeny čárovým kódem mohou být z nejrůznějších materiálů, od papíru, kovu, plastu až po keramiku, textil, a jiné. Pro jejich čtení je možné použití různorodých snímacích zařízení, jakými jsou například laserové a kamerové scannery, CCD scannery, snímací pera, a další. Tyto zařízení se dále dělí na ruční čtečky, bezdrátové čtečky a mobilní datové terminály.

Komunikace mezi čtecím zařízením a počítačem probíhá prostřednictvím standardních počítačových rozhraní, nejčastěji *RS232*, *RS422* nebo *RS485* [4].

1.5 Nestandardní výroba

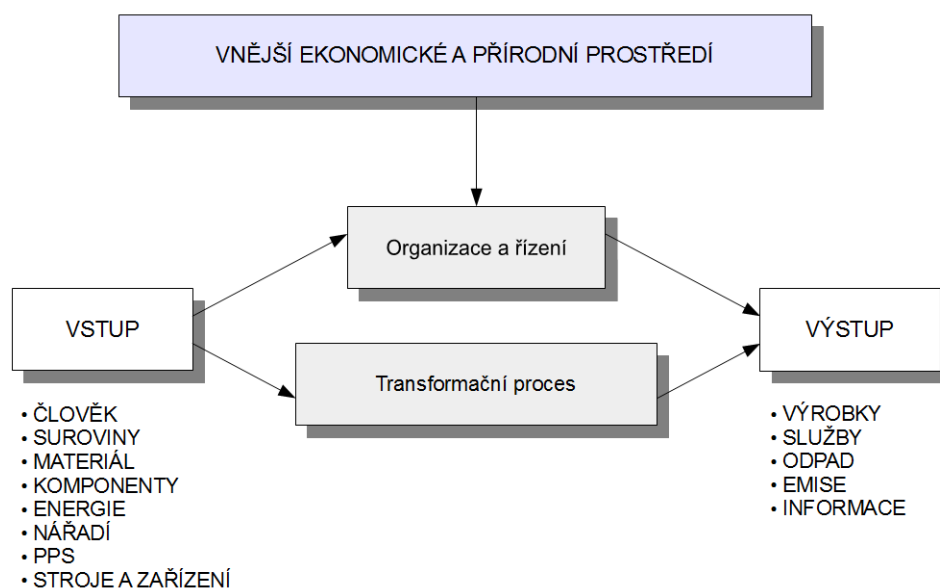
Definice tohoto pojmu je nesnadná. Mnoho společností se potýká právě s řešením optimalizace nestandardní výroby. V některých případech je však mnohem častěji viditelný případ, že podniky různého odvětví průmyslu stále častěji opouštějí oblast nestandardní výroby. Důvody jsou jasné, primární roli hraje finanční stránka. Tato strategie však není příhodná z důvodu konkurenceschopnosti.

Nestandardní výroba jako taková je pro tuto práci stěžejní. Je proto více než nutné se s tímto pojmem důkladně seznámit. Jak již bylo zmíněno na začátku, definice je komplikovaná. Hlavní příčinou je individualita jednotlivých výrobních procesů. Proto zde bude tento pojem vysvětlen z jiného pohledu, jako opak výroby standardní.

1.6 Standardizace

Systematický proces účelného usměrňování a redukování diverzifikace od navrhování výrobků přes jejich výrobu a následný prodej. Jejím hlavním cílem je zredukovat velké množství řešení. K tomuto účelu se provádí optimalizační výběr, který určí, co je nejvhodnější možnost. Dále pak na základě výběru dochází k tvorbě standardního

řešení a stanovení jeho platnosti. Nakonec dochází ke stanovení míry závaznosti daného přijatého řešení. Činitelé výroby, lze rozčlenit podle jejich funkce, kterou zastávají, jak je vidět na obrázku 4 [8, 9].



Obrázek 4: Schéma činitelů výroby, které jsou předmětem standardizace

Smyslem standardizace je odstranění zbytečných rozmanitostí řešení s efekty ve výrobě, oběhu a spotřebě. Výsledkem je standard, normativ, norma apod [8, 9].

1.6.1 Standard

Význam tohoto pojmu je velmi široký. Nemusí se samozřejmě vždy týkat pouze výrobních procesů, najdeme jej v souvislosti s téměř každým termínem v rámci všech odvětví lidské působnosti.

Definice uvedená níže se však vztahuje k výrobnímu procesu, jelikož právě ta je pro následující průběh práce klíčová.

Standard je definován jako dané nebo přijaté závazné pravidlo, model či kritérium. Lze jej chápat jako ustálenou míru nebo žebříček tvořící základ hodnocení. Činnosti, od nichž je očekávána vysoká úroveň, se taktéž mohou řadit pod tento pojem.

Reprezentuje základ plánování a realizace procesů při přípravě výroby, umožňují kontrolu, hodnocení a ovlivňování celého průběhu výrobního procesu, včetně jeho následného zdokonalování.

Standardy plní celou řadu funkcí, mezi něž řadíme:

Kontrolní činnost Poskytuje průběžné vyhodnocování skutečného průběhu procesu.

Dále pak slouží ke kontrole plnění standardu a hodnocení jejich kvality.

Informační činnost Umožňuje shromažďovat, poskytovat a skladovat údaje o aktuálním stavu a průběhu procesu.

Míru spotřeby Často vázaná na měřítko proporcionality. Jejímž prostřednictvím je určena výše spotřeby předmětu standardizace ve vztahu k dalším předmětům činitelům a procesům.

Operativně řídicí činnost Díky ní dochází k vlastní realizaci výrobního procesu jako procesu standardizace.

Plánovací činnost Touto činností jsou vyjadřovány požadavky na činitele a samotný proces standardizace.

Racionalizační činnost zlepšování normativní základny díky předchozím činnostem - motivačním a kontrolním. Za pomoci změnového a odchylkového řízení v racionalizační činnosti dochází k aktualizaci standardů. Taktéž se neustále zdokonaluje a zlepšuje metodologie tvoření standardů.

Stimulativní činnost Usměrnjuje spotřebu jednotlivých činitelů, následně i průběh procesů a jejich celkovou přípravu díky ekonomickým opatřením.

Soubor standardů tvoří normativní základnu podniku. Tato základna je též součástí podnikové databáze. Její konkrétní projevy, které jsou mimo jiné užívány jako nástroje pro řízení výroby, jsou normy [8, 9].

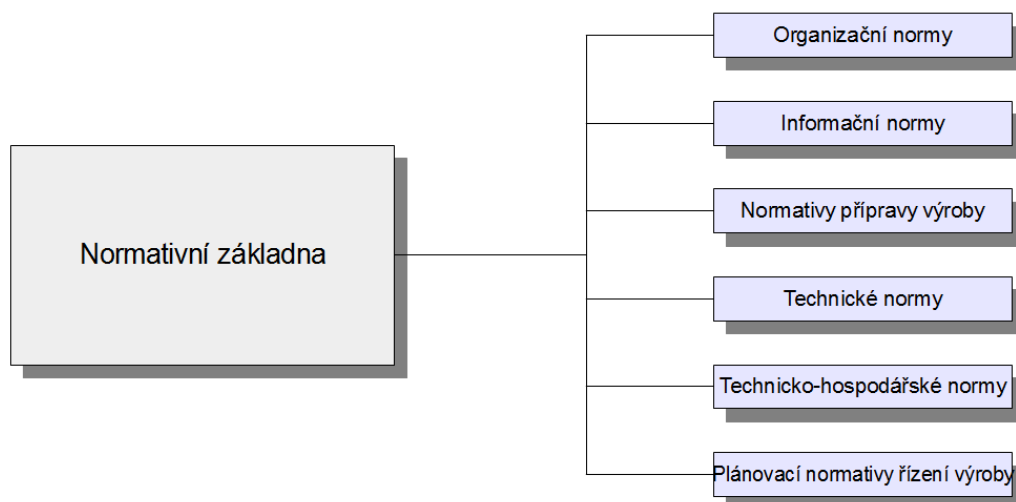
1.6.2 Norma

Obecně se jedná o požadavek na to, aby daný výrobek, služba či proces, které firma nabízí, byly vhodné pro svůj konkrétní účel a to vše za jasně daných jim specifických podmínek. Představuje mimo jiné i závazný znak, který se nemění v čase a je jednotný. Norma je nařízení nebo předpis vlastností ve výrobě, předpis činností a činitelů, které ve firmě figurují a jejich kombinace. Stanovují se jimi základní požadavky na kvalitu

produktů, jejich bezpečnost, zdravotní nezávadnost apod. Je to dokument, který je volně dostupný pro veřejnost. Druhy norem je možné rozlišit podle účelu jejich použití. Rozčlenit se dají do několika skupin podle různých metod tvorby. Zařazení do kategorií se provádí podle metod, tvořících skupinu. Mohou jimi být například metody propočtově analytické, zkušební, porovnávací, statistické atd [8, 9].

1.6.3 Normativy procesu výroby

V technicko-organizačním projektování je skupina normativů výsledkem procesu standardizace. Jejich cílem je při technicko-ekonomických podmínkách sjednotit průběh výrobního procesu, určit jeho optimální kombinaci a následně jej stabilizovat na určité časové období. Jednotlivé normativy poskytují informace pro plánování a řízení úkolů z různých hledisek (např. prostorového, věcného a časového). Na obrázku 5 je uvedena struktura normativní základny z věcného hlediska. Tímto procesem v operačním řízení zajišťují splnění úkolů v optimální míře.



Obrázek 5: Struktura normativní základny z věcného hlediska

Funkce normativů je:

- plánovací,
- stimulační,
- kontrolní,
- koordinační.

Do plánovacích normativů lze začlenit přístupy, díky kterým se dá určit výrobní dávka, zásoby rozpracované výroby, výrobní kapacita a průběžné doby výroby [8, 9].

1.7 Teorie k návrhům řešení

Tato kapitola zahrnuje definice pojmů, které jsou rozebírány jako návrhy řešení nestandardních výrobních procesů. Veškeré zde uvedené termíny jsou využívány v kapitole 4. V rámci této kapitoly jsou zde popsány z teoretického hlediska, v již zmíněné kapitole 4 je pak rozebíráno jejich zavedení a uplatnění v reálném prostředí.

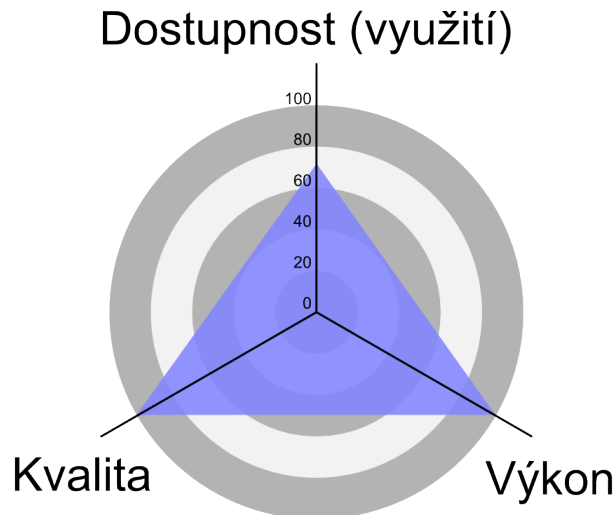
1.7.1 Stavební deník

Tento dokument slouží k písemným záznamům o celkových i dílčích činnostech průběhu prací. Obsahuje identifikační údaje a záznamy o provedené práci. Jedná se o dokument, který slouží především při stavbách. Jeho přesnou definici uvádí stavební zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu [20]. Nicméně myšlenku stavebního deníku lze využít i k jiným záznamům, v tomto případě k záznamům daných operací při nestandardní výrobě. Jeho použití je uvedeno v návrzích v kapitole 4.

1.7.2 Ukazatel OEE

Celková efektivnost zařízení neboli ve zkratce CEZ, anglicky *Overall Equipment Effectiveness*, tedy zkráceně OEE.

Jedná se o kvantitativní ukazatel efektivního využívání strojů či zařízení. Zaměřuje se na identifikaci a kvantifikaci ztrát. Je významným ukazatelem sledování výrobní buňky nebo výrobního taktu linky. Využívá se zejména při zkoumání úzkých míst výrobního toku. To znamená, že se zabývá veškerými faktory, které efektivní využívání strojů a zařízení ovlivňují. Tyto faktory jsou celkem tři a jejich vizualizace a vztahy mezi nimi jsou zobrazeny na obrázku 6 [28, 29].



Obrázek 6: Vizualizace efektivního využívání zařízení

Koeficient OEE udává, za jakou dobu je zařízení nebo stroj schopen vyrobit maximální počet kvalitních výrobků bez ztrát na výkonu. Následující rovnice zobrazují jednotlivé výpočty ke stanovení celkové využitelnosti strojů [28, 29].

$$\text{OEE} = \text{Dostupnost} \cdot \text{Výkon} \cdot \text{Úroveň kvality} \quad (1)$$

$$\text{Dostupnost} = \frac{\text{čas potřebný na výrobu} - \text{odstávky}}{\text{čas potřebný pro výrobu}} \quad (2)$$

$$\text{Výkon} = \frac{\text{ideální doba cyklu} \cdot \text{počet vyrobených kusů}}{\text{provozní doba}} \quad (3)$$

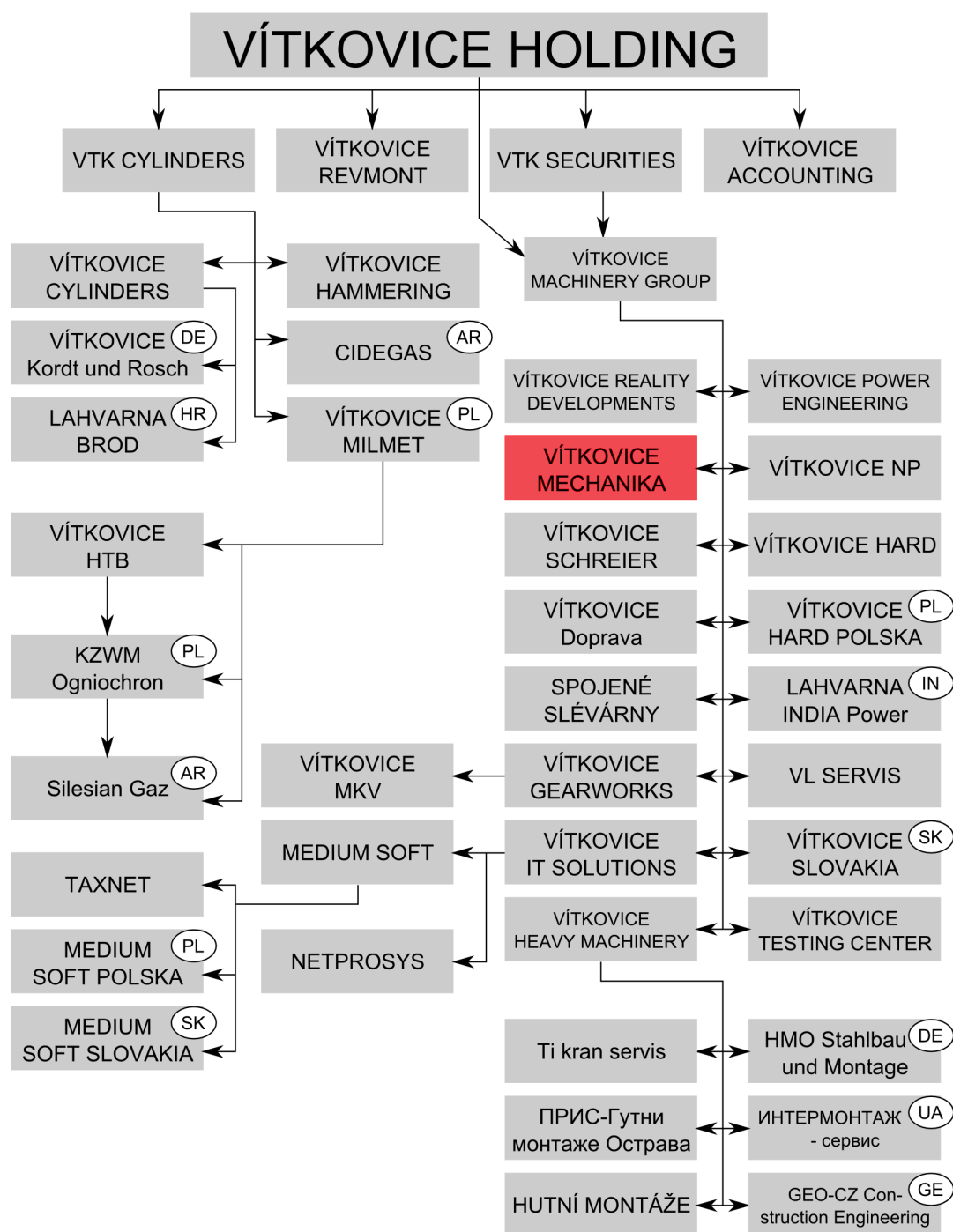
$$\text{Úroveň kvality} = \frac{\text{celkový počet vyrobených kusů} - \text{počet vadných kusů}}{\text{celkový počet vyrobených kusů}} \quad (4)$$

Zavedení ukazatele OEE má za příčinu mnoho přínosů pro celý výrobní proces společnosti. Jmenujme například:

- zvýšení výkonnosti a produktivity,
- určení totožnosti a množství ztrát,
- při snížení ztrát zavedení motivace,
- úspora energií,
- vyšší využití strojů,
- úspora lidských zdrojů [25].

2 Analýza současného stavu firmy

Návrhy řešení nestandardních výrobních požadavků, kterými se práce zabývá, byly vyhodnoceny z analýzy, jež probíhala ve společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* v Ostravě – Vítkovicích. Na obrázku 7 je zobrazena struktura této společnosti a její zařazení v rámci mateřské společnosti.



Obrázek 7: Struktura společnosti *VÍTKOVICE HOLDING, a.s.*

2.1 Základní informace o firmě

Vznik společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* je datován k 1. 1. 2001, kdy byla společnost oficiálně založena. Původní úmysl byl založit firmu jako výrobní a servisní organizaci, v té době ještě vystupující pod názvem *VÍTKOVICE ÚDRŽBA s.r.o.*

Společnost je součástí jedné z nejvýznamnějších českých strojírenských skupin, *VÍTKOVICE MACHINERY GROUP*, jež v prosinci roku 2016 oslavila své 188. narozeniny. Současnou podobu názvu nese od roku 2005. Na obrázku 8 je možné vidět produkty, které firma Vítkovice nabízí. Na pravé straně je obrázek, který znázorňuje strojní zařízení, kterým je vybavena společnost *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.*



Obrázek 8: Ukázka produktů a strojů společnosti Vítkovice

Její základní sortiment tvoří návrh a výroba strojních dílů, zařízení a ocelových konstrukcí. Rovněž také údržba a servis všech typů zařízení a inženýring v oborech *CNG*, energetiky, technologických zařízení a investičních celků.

2.2 Činnosti, které firma *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* nabízí

Rozvoj společnosti je spojován s dalším rozvojem poskytovaných služeb na tržním principu s odpovídající vysokou technickou úrovní a kvalitou. V době psaní této práce byla společností poskytována zákazníkům široká nabídka výrobků a služeb. Produkty lze z obecného hlediska rozčlenit do tří základních oblastí:

- strojírenská výroba,
- údržba a servis,
- inženýring.

Se svými výrobními schopnostmi je v rámci strojírenské výroby firmou schopnou vyrábět díly a zařízení v nejvyšší kvalitě. Nabídku je schopna uspokojit jak z vlastní široké dokumentace, tak z dokumentace dodané zákazníkem. Co se týče poskytovaných služeb v této oblasti, jedná se o výrobu již zmíněných strojních dílů a zařízení strojů, výrobu ocelových konstrukcí, svařenců včetně jejich opracování, výroby, repase a opravy náhradních dílů pro hutní a metalurgický průmysl, a jiné. Dále poskytuje dodávky montovaných celků, strojů a zařízení, manipulátorů, výběhových úseků nebo dopravníků. Celá strojírenská výroba probíhá na základě kusové výroby, která je dána individuálně, podle požadavků zákazníků. Jedná se o výrobu zakázkovou.

V souvislosti se strojírenskou výrobou je nutnou součástí nabízených služeb společnosti i údržba, servis a opravy. Tato skutečnost umožňuje společnosti neustálý rozvoj v oblasti prevence a diagnostiky, a zároveň modernizaci vyráběných strojů a zařízení. Poskytovanými službami jsou opravy a rekonstrukce tvářecích, obráběcích a ostatních pracovních strojů, hutních a metalurgických zařízení a dalších. Nedílnou součástí je i nabídka diagnostiky, statického a dynamického posouzení částí strojů a zařízení, jakož i jejich měření pomocí laserů.

Z dlouholetých zkušeností ve výše uvedených oborech zájmu je společnost schopna provádět i inženýringovou činnost. Ta zahrnuje přípravu zakázek, zpracování projekčních a nákladových podkladů, vypracování realizační dokumentace, následnou realizaci (včetně autorského a technického dozoru) a uvedení do provozu.

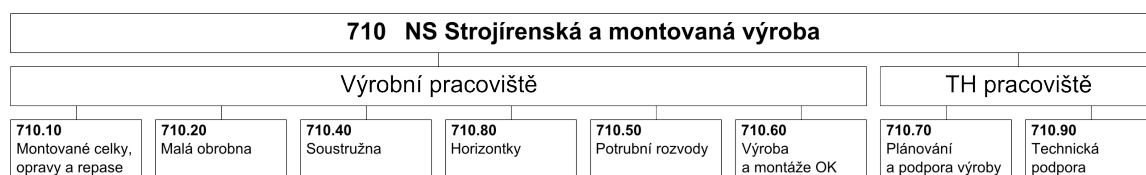
Dalšími oblastmi, ve kterých se chce společnost dále v budoucnu realizovat, jsou:

- rozvoj *CNG*,
- využití odpadního tepla,
- spalování plynů,
- strojírenství.

2.3 Strojírenská a montovaná výroba

Tento úsek společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* je pro práci stěžejní, jelikož právě zde bude probíhat celá analýza nestandardní výroby. Oficiální název úseku je 710 - *NS Strojírenská a montovaná výroba*. Úsek se skládá z osmi pracovišť.

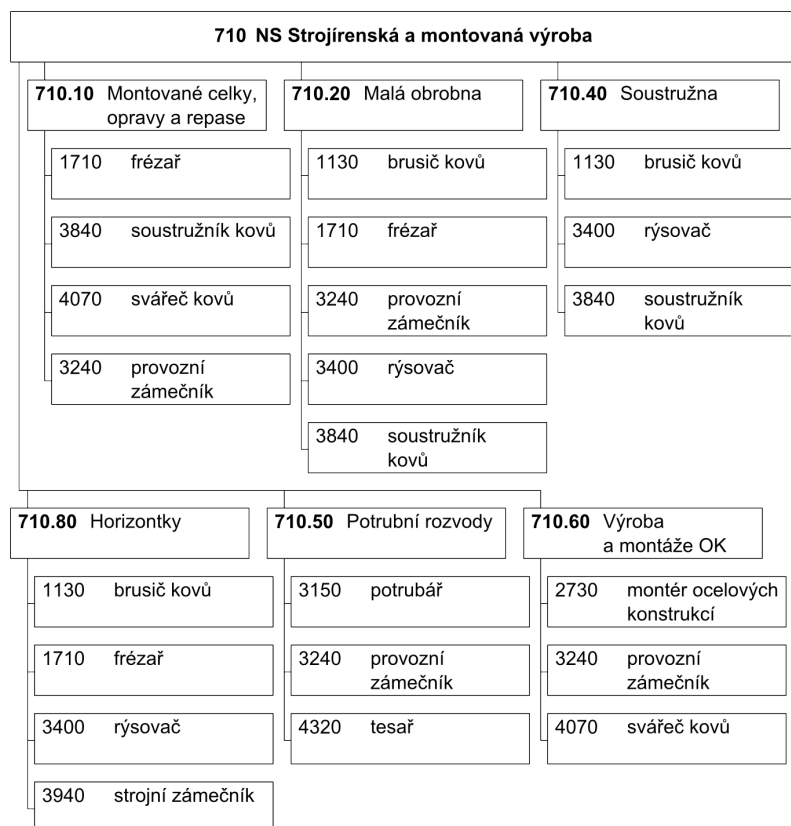
Pracoviště jsou v rámci tohoto úseku rozdělena na pracoviště výroby a technicko-hospodářská pracoviště. Celkové organizační schéma těchto pracovišť je uvedeno na obrázku 9.



Obrázek 9: Celkové organizační schéma veškerých pracovišť

Analýza nestandardních výrobních požadavků je zaměřena pouze na výrobní pracoviště, kterých je celkem šest. Jmenovitě jsou to montované celky, opravy a repase; malá obrobna, soustružna, horizontky, potrubí rozvody a nakonec výroba a montáže ocelových konstrukcí. Každé pracoviště je ještě dále rozčleněno na samostatné specializované pracovní jednotky.

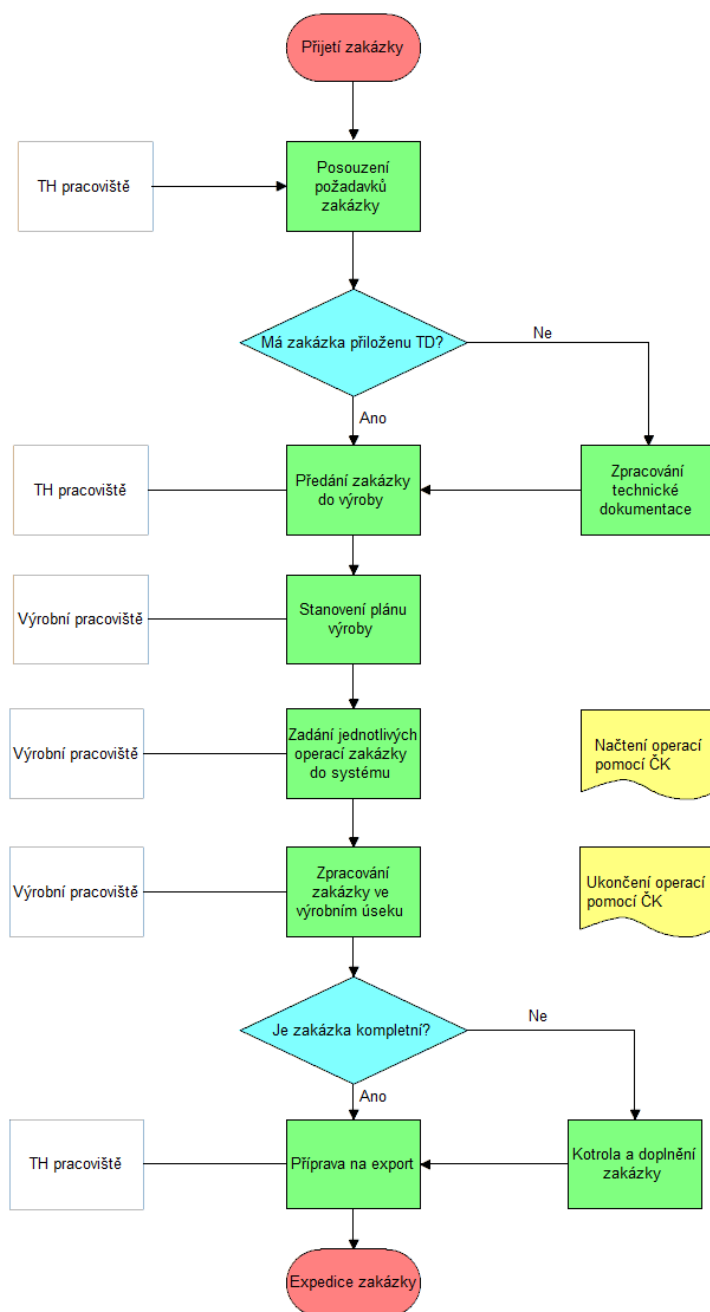
Organizační schéma výrobních pracovišť oddělení 710 - *NS Strojírenská a montovaná výroba* je vidět na obrázku 10 níže.



Obrázek 10: Výrobní pracoviště oddělení 710 - *NS Strojírenská a montovaná výroba*

2.4 Nestandardní výrobní požadavky

Následující kapitola rozebírá, jaký je vliv nestandardní výroby na chod ve společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* Rovněž je popsána role čárových kódů v nestandardní výrobě. Některé typy čárových kódů jsou v kapitole 2.5.1, spolu s přesným postupem logické posloupnosti jejich načítání do systému. Stručná definice toho, co znamená nestandardní výroba v podniku či společnosti, je uvedena v kapitole 1.5.



Obrázek 11: Vývojový diagram standardního průběhu výroby

2.5 Standardní průběh výroby

Pro pochopení vlivu nestandardní výroby na celý výrobní proces je potřeba v první řadě říci, jak obvyklým způsobem probíhá výroba podle standardů, která je zobrazena na obrázku 11.

Nejprve je přijata zakázka spolu s technickou a technologickou dokumentací a jejími parametry. Ta je dále předána vedoucím pracovníkům daných úseků. Vedoucí pracovníci rozdají práci svým podřízeným spolu s technickým a technologickým postupem a ostatními náležitostmi, které jsou pro výrobu důležité. Každý pracovník, který má za úkol vyrobit danou část zakázky se řídí podle přijatého postupu. Při příchodu na pracoviště se přihlásí pomocí identifikační karty přes čtečku čárových kódů. Postup své činnosti poté zaznamená postupným skenováním čárových kódů daných operací (jejichž ukázka je zobrazena na obrázku 12). Následně zaznamenaný postup práce vykoná. V případě přerušení práce, přestávky, či poruchy opět načtou čárový kód s danou operací. Po ukončení operace či dokončení výroby opět načtou čárový kód operace. V případě jakýchkoli neshod či špatného načtení se volá vedoucí pracovník, který srovná nápravu. Detailní popis záznamu operací je uveden v kapitole 2.5.1 [31].



Obrázek 12: Ukázka možných operací a jim příslušných čárových kódů

2.5.1 Záznamy prováděných výrobních operací

Pro představu, jak ve výrobě dochází k problému nestandardní výroby, bude uvedena tabulka operací. Tyto operace musí následovat v logickém sledu po sobě tak, aby nedošlo k chybě a projekt byl do systému správně naveden.

Pracovník má za úkol v uvedených bodech načíst kódy operací, které v daný moment na daném místě vykonává. Evidence záznamu probíhá přes vnitřní informační systém společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.*

Obsluha má k dispozici předtiskované čárové kódy s různou funkcionalitou, které pokrývají veškeré možné prováděné operace se systémem. Záznamy logických sledů operací jsou uvedeny v tabulce 2.

Zde je uveden obecný návod k průběžnému záznamu prováděných operací v *NS 710 - Strojírenské a montované výroby*. Záznamy jsou rozděleny do pěti kategorií, které je potřeba dále specifikovat. Jedná se o záznam zaměstnance, záznam operace, přerušení operace, pokračování operace a následně ukončení operace. Každý záznam je rovněž nutné potvrdit [31].

Tabulka 2: Tabulka záznamů prováděných operací

Záznam	Popis činnosti
Zaměstnanec	Načtení čárového kódu ID karty.
Zaměstnanec	Načtení čárového kódu pracoviště (načítání odpracovaných hodin).
Zaměstnanec	Odhlášení načtením ID karty při odchodu ze směny, jiného pracoviště aj.
Operace	Načtení čárového kódu operace ze seznamu.
Přerušení operace	Načtení čárového kódu ID karty.
Přerušení operace	Po zobrazení operace na které pracovník pracuje, načte čárový kód podle typu přerušení.
Pokračování operace	Načtení čárového kódu ID karty.
Pokračování operace	Načtení čárového kódu pracoviště.
Pokračování operace	Načtení čárového kódu přerušené operace, jakmile důvod přerušení skončí.
Ukončení operace	Načtení čárového kódu ID karty.
Ukončení operace	Načtení čárového kódu pracoviště ze seznamu.
Ukončení operace	Načtení čárového kódu operace.
Ukončení operace	Načtení čárového kódu operace při ukončení výroby.

Tabulka 3 zobrazuje vstupy, které je zapotřebí do systému vložit ve správném logickém sledu a výstupy, které jsou z těchto záznamů vyhodnoceny.

Tabulka 3: Údaje vstupů a výstupů ze systému

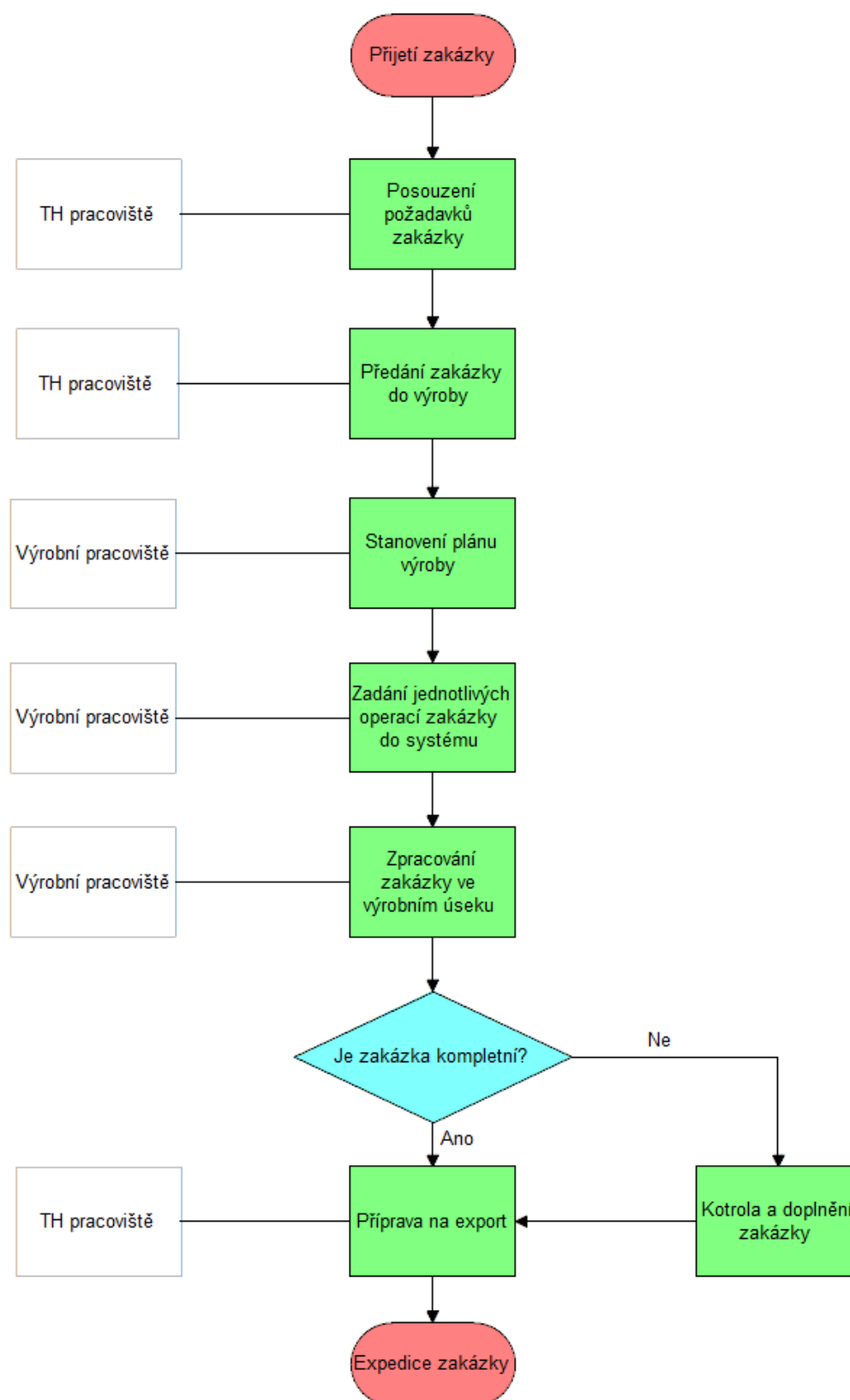
Vstupy	Výstupy
Pracovník a jeho OH	Pracovník, který se na práci podílel
Pracoviště	Místo (pracoviště, stroj) výkonu práce
Identifikace činnosti	Délka trvání práce
Identifikace prostojů	Podklady pro motivaci
Doba trvání práce	Druh a doba trvání prostojů

2.6 Nestandardní výroba

Mezi nestandardní výrobu jsou zařazovány nejen situace výroby **bez načítání čárových kódů**, ale i **nestandardní situace**. Ty obsahují veškeré ztrátové časy včetně časů neproduktivních. Nestandardní výrobu schvaluje a posílá do výroby vedoucí daného úseku, případně může být schvalována i vedoucím provozu *NS 710*. Celkový průběh nestandardní výroby je zobrazen vývojovým diagramem na obrázku 13. Je zřejmé, že průběh nestandardní výroby je obdobný jako průběh standardní výroby (viz obrázek 11), liší se pouze v několika následujících bodech. Oproti standardnímu průběhu výroby zde vůbec není řešena technická dokumentace, a to jak z pohledu zadání zakázky, tak případného dokreslení. Zadání operací neprobíhá za pomoci čárových kódů, ale zakázka se rovnou zpracuje. Totéž platí i pro ukončení po zpracování zakázky [31].

2.6.1 Vliv nestandardní výroby

V případě, že dojde k chybě a zakázka přijde bez předem daného technologického postupu nebo nastane výpadek proudu, porucha stroje, či jakákoliv jiná nestandardní situace, jako například čištění nebo čekání na jeřáb, započíná tím nestandardní výroba. Jelikož výroba nemůže být v těchto případech navedena do systému pomocí čárových kódů, zaměstnanec nemá možnost evidence činností. V tento okamžik nastávají prostoje vzniklé v důsledku nesouladu stavu výrobního procesu v systému a reálného průběhu výroby. Ačkoliv je výroba na pracovištích kontinuální, systém tyto případy nedokáže evidovat jako plynulý výrobní proces. Z těchto důvodů pak vedoucí pracovníci úseků nemají přehled o aktuálním stavu výroby, vytíženosti svých pracovníků, a ti rovněž nemohou být ani náležitě ohodnoceni dle úrovně obtížnosti vykonané práce [31].



Obrázek 13: Vývojový diagram nestandardního průběhu výroby

2.7 Průběh analýzy

Při analýze výrobních procesů ve společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* byla zaměstnancům po dobu tří měsíců na pracoviště umístěna evidenční listina skutečného průběhu výroby. Výrobní zařízení zapojené do projektu byly například soustruhy, frézky, karusely, specializované soustruhy, jeřáby, brusky a další stroje v *NS 710*. Jelikož není dopředu zřejmé, zda-li zakázka dojde s technologickým postupem či výkresovou dokumentací nebo bez nich, neví se, o jaký typ výroby se jedná. Zjištěním procentuálního podílu nestandardní výroby by bylo možné přesně určit, kolik jednicových pracovníků je potřeba, lépe by se připravovala výroba, současně by se lépe odhadovalo, kolik je zapotřebí strojů, a jaké množství směn je nutné pro plynulý chod.

Hlavními aspekty hodnocení byla dostupnost strojů, počet směn a kapacitní využití obsazených směn. Na základě výsledků bylo určeno procentuální vyjádření standardní a nestandardní výroby, ze kterých budou vycházet návrhy pro možná opatření.

Zaměstnanci na základě analýzy vyplňovali tyto údaje:

- čas příchodu na směnu,
- čas přihlášení na své pracoviště/stroji při zahájení práce,
- čas začátku výkonu práce na pracovišti,
- čas ukončení výkonu práce na pracovišti,
- čas zahájení a ukončení přestávky,
- čas doby trvání poruchy či jiné výjimečné situace (pokud nějaká vznikla),
- čas čekání na obslužné práce,
- čas čekání na jeřáb,
- čas čištění aj.

Výsledky analýzy jsou uváděny v procentuálním vyjádření. Hlavním aspektem byl nepřetržitý provoz, po třech 8hodinových směnách nebo dvou 12hodinových směnách v závislosti na důležitosti zakázky či dodržení termínu plánu výroby. Dále pak počet zařízení, normy, úroveň kvality, odstávky strojů, počet vyrobených kusů a jiné. Stroje a zařízení, kterými společnost disponuje, byly rozděleny do čtyř kategorií. Jmenovitě na soustruhy, frézky, karusely (vrtačky a vyvrtávačky) a ostatní výrobní zařízení (jeřáby, brusky, obrážky). Přesný počet těchto zařízení je uveden v tabulce 4, přičemž

rozdělení ostatních zařízení jsou dále rozděleny v tabulce 5. Z těchto činností a jejich záznamu pak byly provedeny výpočty, které jsou rozděleny do tří kategorií. Data byla zaslána ke zpracování a vyhodnocení do interního systému podniku. Souběžně s tabulkami jsou výsledky prezentovány i graficky jako součást kapitoly 2.8.

Tabulka 4: Údaje o počtu zařízení, kterými společnost disponuje [31]

Druh zařízení	Počet
Soustruhy	26
Frézky	11
Karusely	30
Ostatní	33

Tabulka 5: Rozdělení počtu ostatních zařízení [31]

Ostatní zařízení	Počet
Jeřáby	2
Brusky	27
Obrážečky	4

Veškeré výsledky analýzy, které jsou zaznamenány v tabulkách jsou uvedeny v závislosti na *normohodinách*. Společnost využívá strategii, která určuje procentuální plnění stroje. Ta vychází z hodnot uvedených v následující tabulce 6.

Tabulka 6: Rozdělení časů ve směně [31]

Veličina	Hodnota [min]
Norma (standardní výroba)	250
Čas práce (nestandardní výroba)	200
Přestávka	30
Odpracovaný čas	450

Výpočty vychází z celkového času každé směny, v tomto případě 8hodin. Z tohoto času se pak automaticky odečítá čas povinné přestávky. Vzorce pro výpočet procentuálního plnění stroje jsou uvedeny v následujících dvou vztazích, přičemž vztah 5 je současná strategie, kterou se společnost momentálně řídí, vztah 7 pak označuje novou motivaci, pomocí které chce společnost zvýšit produktivitu práce. Veličina Nh označuje normohodiny plánovaných operací v systému čárových kódů a zpracovávané na pracovišti (stroji), veličina OH značí odpracované hodiny jednotlivými zaměstnanci dle přihlašování zaměstnanců na pracoviště pomocí čárových kódů. Přípona uo pak označuje ukončené výrobní operace.

$$\text{Plnění stroje} = \frac{N_{h_j}}{O_{H_j u o_j}} = \frac{250}{200} = 1.25 \quad (5)$$

$$\text{Plnění stroje v procentech} = 1.25 \cdot 100 = 125 \% \quad (6)$$

$$\text{Plnění stroje} = \frac{N_{h_j u o_j}}{O_{H_j}} = \frac{250}{480 - 30} = 0.56 \quad (7)$$

$$\text{Plnění stroje v procentech} = 0.56 \cdot 100 = 56 \% \quad (8)$$

U normovaných operací jsou plánované normohodiny rozpočtené proporcionalně dle plnění normy na jednotlivá pracoviště stroje a dále dle podílu práce, čili odpracovaných hodin na zpracování. Přičemž nezávisí na tom, které pracoviště (stroj) operaci ukončí. Proporcionální propočet proběhne na všechny pracoviště (stroje), které do okamžiku ukončení operace na dané operaci odpracovaly nějaký čas.

První ze zpracovávaných kategorií je dostupnost, výkonnost a efektivita využívaných zařízení, které jsou zhodnoceny v tabulce 7. Údaje v tabulce jsou vypočteny pomocí vzorců z kapitoly 1.7.2. Pro příklad uveďme výpočet dostupnosti (vztah 9), výkonnosti (vztah 11), úrovně kvality (vztah 14) a celkové efektivity (vztah 15) čtyř náhodně vybraných soustruhů za jeden týden (hodnoty časů jsou v minutách).

$$\text{Dostupnost} = \frac{1516,2 - 858,6}{1516,2} = 0.43 \quad (9)$$

$$\text{Dostupnost v procentech} = 0.43 \cdot 100 = 43 \% \quad (10)$$

$$\text{Výkonnost} = \frac{1440 \cdot 77}{1440} = 0.77 \quad (11)$$

$$\text{Výkonnost v procentech} = 0.77 \cdot 100 = 77 \% \quad (12)$$

$$\text{Úroveň kvality} = \frac{77 - 2}{77} = 0.97 \quad (13)$$

$$\text{Úroveň kvality v procentech} = 0.97 \cdot 100 = 97 \% \quad (14)$$

$$\text{OEE} = 43 \cdot 77 \cdot 97 = 32 \% \quad (15)$$

Data uvedená v tabulce 7 jsou získána z interního systému pro všechny dostupné stroje a zařízení.

Tabulka 7: Porovnávací tabulka dostupnosti, výkonnosti a OEE [31]

Zařízení	Dostupnost	Výkonnost	OEE
Soustruhy	43 %	77 %	41 %
Frézky	32 %	58 %	29 %
Karusely	48 %	57 %	36 %
Ostatní	22 %	100 %	22 %

V tabulce 8 jsou zhodnocena veškerá zařízení v *NS 710* a jejich dostupnost, výkonnost a efektivita využití.

Tabulka 8: Souhrnná tabulka dostupnosti, výkonnosti a OEE [31]

Souhrn	Dostupnost	Výkonnost	OEE
Zařízení celkem	40 %	70 %	36 %

Další kategorií, na jejímž základě dochází k analýze a posouzení výroby, je počet obsazených a neobsazených směn na výše uvedených strojích. Hodnoty z posuzovaných veličin uvádí tabulka 9.

Tabulka 9: Porovnávací tabulka poměru obsazených a neobsazených směn [31]

Zařízení	Počet	Obsazenost	Neobsazenost
Soustruhy	26	56 %	44 %
Frézky	11	42 %	58 %
Karusely	30	58 %	42 %
Ostatní	33	29 %	71 %

V tabulce jsou uvedeny stroje, ze kterých se odvozovaly informace pro podíl obsazených a neobsazených směn. Výsledky jsou opět prezentovány v procentuálním vyjádření. Průměrem všech obsazených směn ve výrobě se zabývá tabulka 10.

Tabulka 10: Souhrnná tabulka poměru obsazených a neobsazených směn [31]

Směny	Souhrn
Poměr obsazených směn	46 %
Poměr neobsazených směn	54 %

Třetí a zároveň poslední hodnocenou kategorií byla procentuální efektivní využitelnost obsazených směn. Ukázka systémových výpočtů je zobrazena na obrázku 14.



VÍTKOVICE - Evidence strojů

Počet obsazených směn

za období od: 01.11.2016  do: 07.11.2016 

[<< Zpět na sestavy operací](#)

Soustruhy

ÚNS	Stroj	01 11	02 11	03 11	04 11	05 11	06 11	07 11	S U M
0. hala									
	4269/12037 SOUSTRUH - SUT 126NR	N 0 0	N N N	N N N	0 0 N	0 0 0	0 N 0	0 0 0	12 9
	4606/43001 SOUSTRUH - SUT 126 NC	0 0 N	N N N	N N N	0 0 N	0 0 N	0 0 N	0 0 N	10 11
	4034/12000 SOUSTRUH - SIU 126 E/12000	0 0 0	N N N	N N N	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	15 6
	4321/12627 SOUSTRUH - SUT 160 NR-8	N 0 0	N N N	N N N	0 N N	0 0 N	0 0 N	0 0 N	9 12

Obrázek 14: Ukázka ze systému využitých směn [31]

V tabulce 11 jsou uvedeny činnosti strojů a zařízení, které jsou aktuálně využity na směně a je zde znázorněn jejich průběh. Činnosti zahrnují *operace*, které jsou zaznamenávány pomocí čárových kódů, *přerušení* reprezentující ztrátové časy, a *nepracuje*, kdy je stroj v nečinnosti.

Tabulka 11: Porovnávací tabulka kapacitního vytížení obsazených směn [31]

Zařízení	Operace	Přerušení	Nepracuje
Soustruhy	81 %	12 %	7 %
Frézky	78 %	10 %	12 %
Karusely	90 %	6 %	4 %
Ostatní	76 %	10 %	14 %

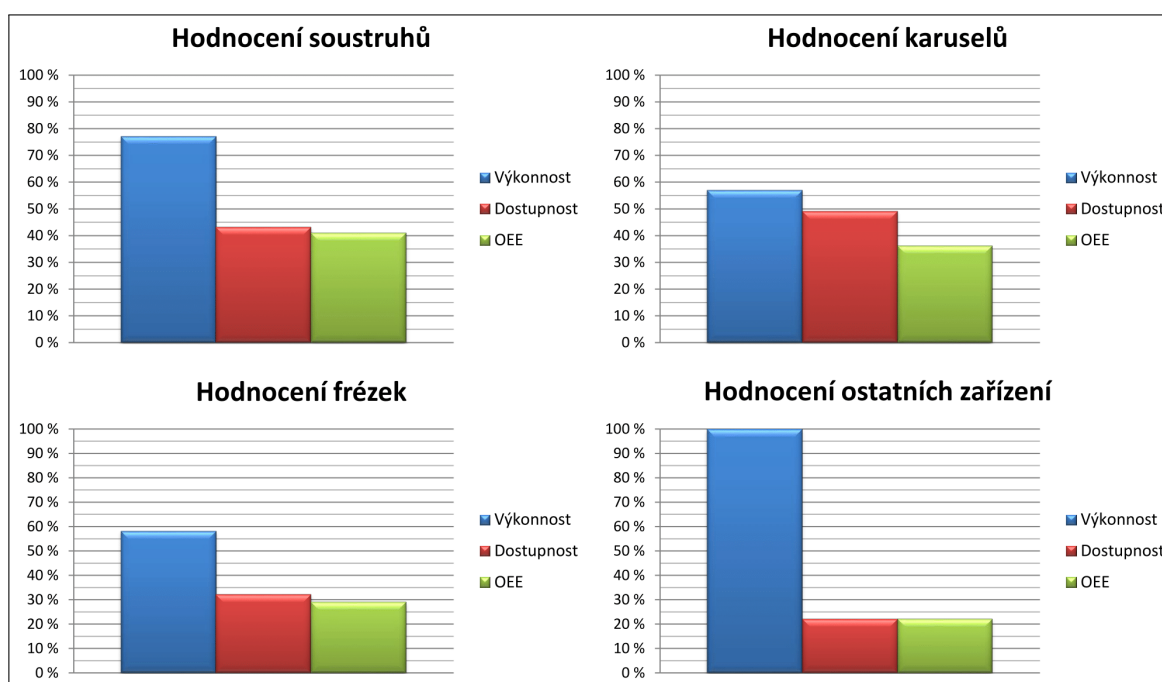
Průměrné hodnoty kapacitního vytížení strojů a zařízení za obsazenou směnu uvádí následující tabulka 12.

Tabulka 12: Souhrnná tabulka poměru vytíženosti obsazených směn [31]

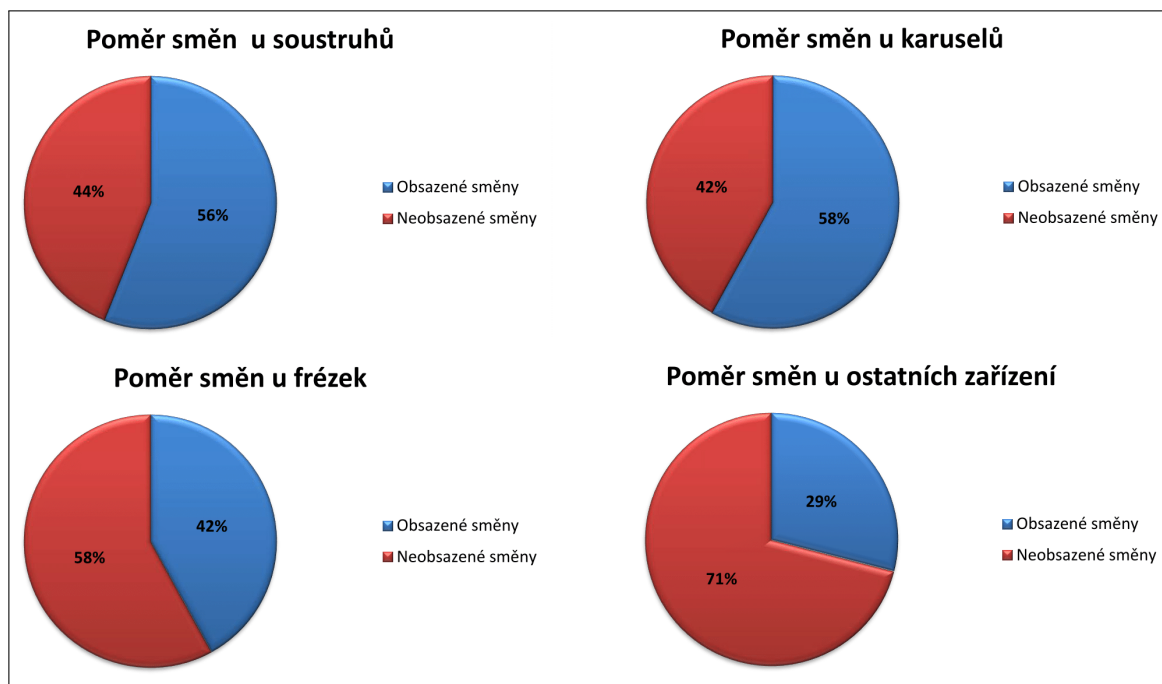
Zařízení	Operace	Přerušení	Nepracuje
Vytíženost celkem	82 %	10 %	8 %

2.8 Grafické znázornění výroby

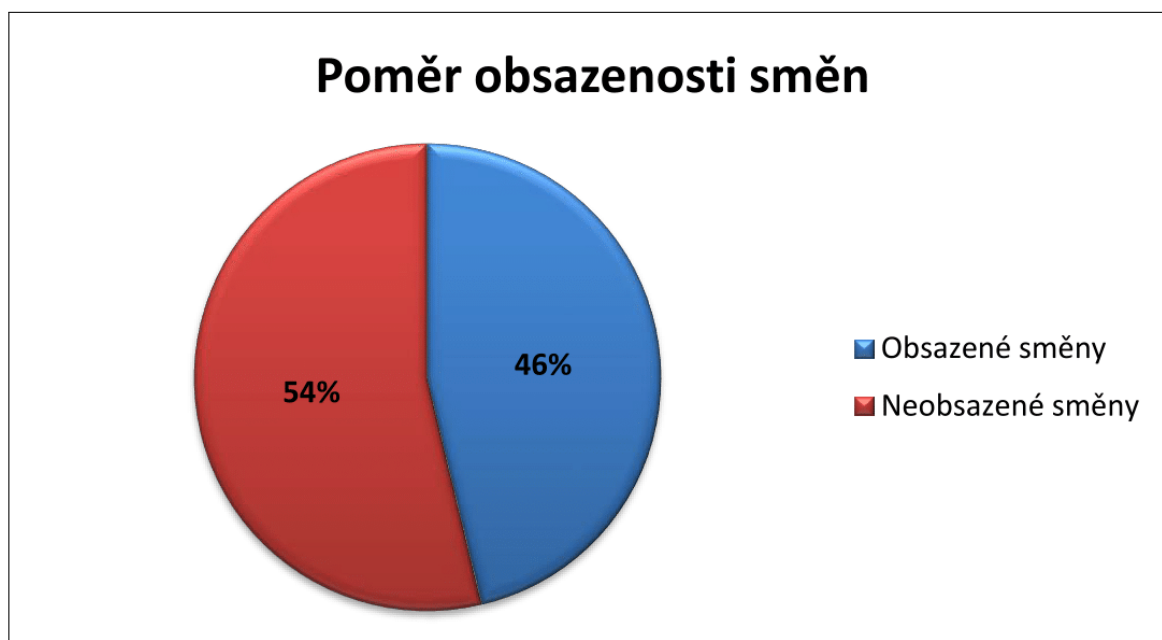
Z uvedené analýzy z kapitoly 2.7 byly shrnuty veškeré aspekty, které ovlivňují průběh výroby. Ty byly dále rozvedeny do grafů, které jsou zde uvedeny. Na obrázku 15 je znázorněn graf výkonnosti, dostupnosti a celkového efektivního využití všech zařízení. Obrázek 16 obsahuje grafy, znázorňující podrobný popis celkového využití strojů v rámci směn za jeden týden. Ty jsou dále shrnuty do celkového grafu na obrázku 17. Následuje graf zobrazující kapacitního vytížení soustruhů, frézek a ostatních zařízení, v rámci obsazených směn (obrázek 18). Shrnutí průměrného kapacitního vytížení je na obrázku 19.



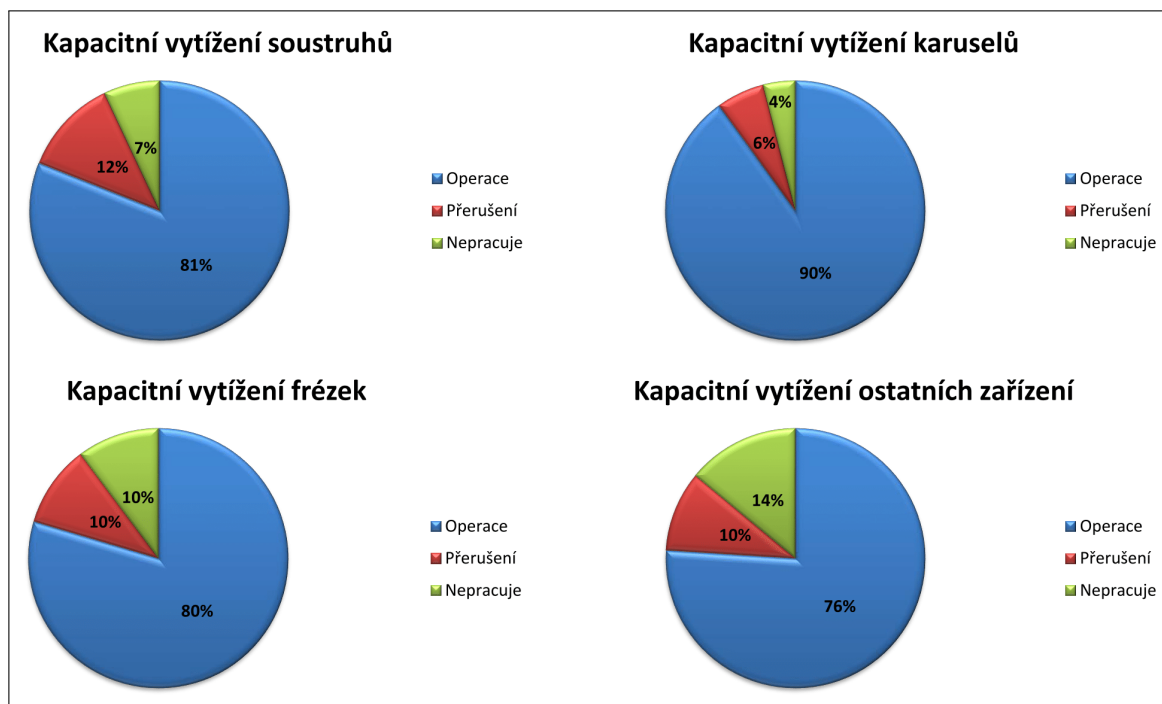
Obrázek 15: Grafické znázornění výkonnosti, dostupnosti a OEE



Obrázek 16: Grafické znázornění poměru obsazených a neobsazených směn



Obrázek 17: Grafické znázornění celkové obsazenosti strojů



Obrázek 18: Grafické znázornění kapacitního využití

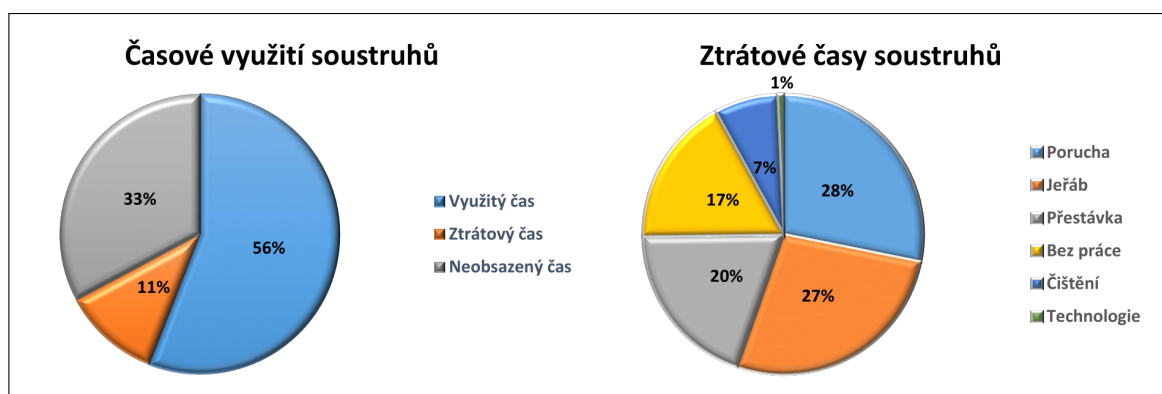


Obrázek 19: Grafické znázornění celkového kapacitního vytížení strojů

2.9 Rozdělení výroby

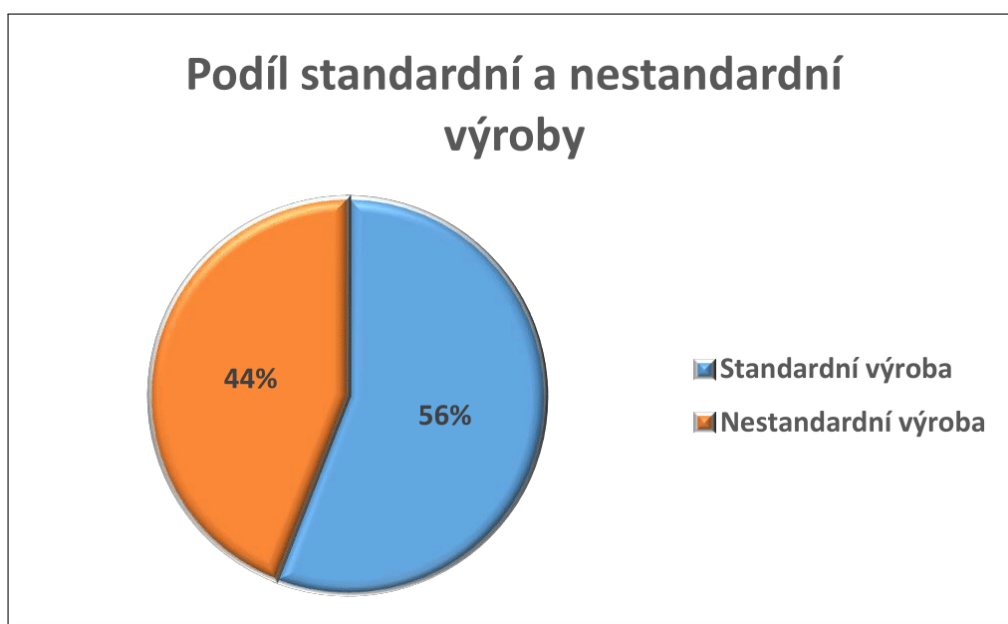
Hlavním problémem při řešení a evidování nestandardní výroby je dosavadní propočet rozdělení výroby. Interní systém společnosti umožňuje generovat procentuální podíl mezi standardní a nestandardní výrobou. Problémem je, že takto vyprodukovaná data jsou vypočítána z chybných hodnot.

Momentálně je do standardní výroby zahrnován pouze využitý čas strojů. Naopak do nestandardní výroby je započítáván zbývajících čas, tedy ztrátový a neobsazený. Znázornění propočtu pro čtyři náhodně vybrané soustruhy je vidět na obrázku 20.



Obrázek 20: Grafické znázornění časového využití soustruhů [31]

Z takto získaných dat je systémem dále propočten podíl standardní a nestandardní výroby. Pro čtyři náhodně vybrané soustruhy je poměr vidět na obrázku 21.



Obrázek 21: Grafické znázornění podílu standardní a nestandardní výroby [31]

2.10 Ukončené operace

Pro vhodnou volbu řešení nestandardní výroby je nejprve důležité zanalyzovat procentuální podíl nestandardní výroby na jednotlivých pracovištích. Konkrétně se jedná o pracoviště montovaných celků, oprav a repasí, malé obrobny, soustružny, horizontek, potrubních rozvodů nebo výroby a montáže ocelových konstrukcí. Od toho se pak dále můžou odvíjet následná řešení této problematiky.

Tyto případy budou sledovány vždy za určité období, nejlépe v řádu měsíců, a pro konkrétní pracoviště. Z výsledných údajů vznikne statistika, díky které bude možné posoudit zastoupení nestandardní výroby v daných lokalitách. Tam, kde toto zastoupení vyjde procentuálně nejhůře, se dále zavedou potřebná opatření, jejichž výčet je uveden v kapitole 4.

Příklad analýzy ukončených operací je vyobrazen v tabulce 13. Jsou zde rozebrána tři vybraná pracoviště, a to 710.10 (pracoviště montovaných celků, oprav a repasí), 710.20 (malá obrobna) a 710.40 (soustružna). Sloupec *CPP* vyjadřuje celkový počet všech případů, sloupec *UP* pak počet ukončených případů za pomoci čárového kódu.

Tabulka 13: Příklad analýzy ukončených operací

Pracoviště	CPP	UP	Procenta
710.10	190	161	84,74
710.20	279	206	73,84
710.40	234	184	78,63

3 Vyhodnocení analýzy a identifikace problémů

Kapitola uvádí zhodnocení všech rizikových kategorií, které nějakým způsobem ovlivňují plynulý chod výroby ve společnosti. Každá kategorie je vyhodnocena zvlášť z důvodu lepší orientace v dosažených výsledcích. Na základně těchto zhodnocení stávajícího průběhu výroby (odhalení největších problémů výroby), byly v kapitole 4 uvedeny návrhy, které by tyto negativní aspekty měly omezit.

3.1 Zhodnocení dostupnosti, výkonnosti a OEE

Pomocí ukazatelů dostupnosti, výkonnosti a OEE lze efektivněji spravovat a řídit celkový chod a využití strojů ve společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* Například bychom byli schopni uvést účinnosti, jakých daný stroj dosahuje. V případě, že stroj není efektivně využíván, pak zjistit, jak dosáhnout jeho vyššího využití při výrobě.

Z tabulky 7 je možno vyčíst, že dostupnost zařízení a efektivní využití nedosahuje u každého zmíněného stroje ani 50 %. Z hodnot výkonnosti zařízení lze určit, že jediné stroje, které jsou zcela využity, patří do kategorie *Ostatní*, což jsou například jeřáby, brusky a jiné. Ve srovnání s nimi je výkonnost strojů kategorie *Soustruhy* horší. Pohybuje se totiž jen v rozmezí tří čtvrtin možné výkonnosti. Zbylé stroje v kategoriích frézky a karusely pak dosahují výkonnosti v rozmezí 50 až 60 %.

Z dat tabulky 8 vyplývá, že celková dostupnost a efektivita využívaného zařízení nedosahuje ani **50 %**. Výstupní celková výkonnost využívaného zařízení je tedy přibližně u **tří čtvrtin**. Nicméně tyto ukazatele, především OEE, nejsou pro společnost příliš vhodné, jelikož ve *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* probíhá ve většině případů výroba **kusová**. Tyto ukazatele jsou nastaveny spíše pro výrobu sériovou nebo hromadnou. Protože je ale téměř každá zakázka v našem případě složena v mnoha jednotlivých kusů, je ukazatel OEE možné použít.

Z analýzy rovněž vyplynulo, že interní systém špatně vyhodnocuje ukazatel OEE. Při porovnání dat z tabulky 7 a námi vypočtené hodnoty v rovnici 15 je zřejmé, že úroveň kvality v případě interního systému vychází větší než 100 % (konkrétně 125 % v případě soustruhů, v ostatní ještě více). Z toho vyplývá **špatné nastavení výpočtů kvality** v interním systému. Tudíž je na pováženou zhodnotit i ostatní výpočty probíhající uvnitř systému.

3.2 Zhodnocení směnnosti

Jak je vidět v tabulce 9, skoro všechny stroje dosáhly přibližně polovičního obsazení směn. Pouze u strojů, které jsou zařazeny do kategorie *Ostatní*, vznikl obrovský rozdíl mezi poměrem obsazených a neobsazených směn. Z analýzy tedy vyplývá, že obsazení směn na těchto strojích není zaplněno ani z jedné třetiny. Naopak neobsazené jsou tyto stroje ze skoro tří čtvrtin. Příčinou vysoké neobsazenosti směn je **nedostatek pracovníků** v provozu *NS 710*. Z tohoto důvodu jsou zcela zaplněny **pouze ranní směny**. V případě nutné potřeby dokončení zakázky však lze rozplánovat směny pracovníků i na denní a noční, aby byl pokryt celý den.

Tabulka 10 udává celkový počet obsazených a neobsazených směn na všech zařízeních (soustruhy, frézky, karusely, ostatní), kterými společnost disponuje. Poměr mezi obsazenými a neobsazenými směny je udán v rámci jednoho týdne ze všech strojů v *NS 710*.

Pokud by byla **lépe plánovaná směnnost**, mohly by se snížit náklady na provoz, zvýšila by se efektivita využitelnosti zařízení a jiné. Důležitým milníkem je taktéž spojení potřeby a hospodárnosti.

3.3 Zhodnocení kapacitního vytížení strojů

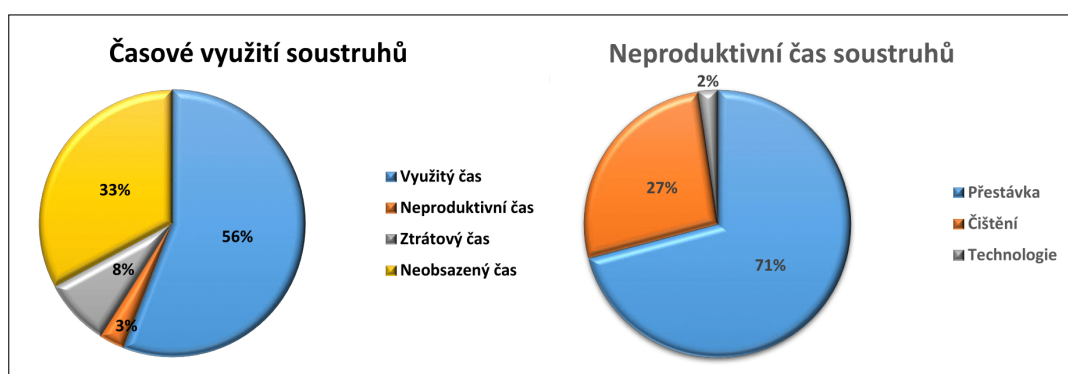
Z výše uvedené tabulky 11 vyplývá, že stroje jsou na směně využity na více jak tři čtvrtiny ze své činnosti na operace. Operací se rozumí nepřetržitá výrobní činnost v závislosti na druhu zakázky. Operaci také můžeme nazvat standardní výroba, jelikož nestandardní výrobu systém vůbec negeneruje. V praxi to znamená, že výsledky analýzy kapacitního vytížení jsou uváděny pouze ze strojů, které provádějí výrobu pomocí **čárových kódů** v systému. Zbývajících přibližně 20 % jsou stroje přerušovány, nebo jsou v nečinnosti. Příklady přerušování operací může být čištění stroje, výměna nástrojů pro jinou technologii, údržba, zákonem stanovená přestávka, čekání na jeřáb a jiné. Pro zlepšení údržby je potřeba zkrátit dobu ztrátových časů na minimum a efektivně tak využít čas směny.

Z tabulky 12 vyšlo najevo, že operace, prováděné na strojích zabírají **81 %** z celkové vytíženosti. Zbývajících **19 %** pak náleží již zmíněným **prostojům**, které z části tvoří nestandardní výrobu.

3.4 Zhodnocení rozdělení výroby

Rozdělení výroby je ve společnosti klíčový problém, od kterého se následně odvíjejí další problémy rozebírány v rámci kapitoly 3. Ztrátový čas musí být zahrnut do standardní výroby, jelikož se jedná o souhrn časů čištění, poruchy, přestávky a dalších. Všechny tyto akce jsou však zaznamenávány pomocí čárových kódů. Neobsazený čas je do nestandardní výroby sice započítáván, ale pouze z části, jelikož se jedná o sumu časů akcí, které nemohou být evidovány pomocí čárových kódů. Jedná se tedy buďto o úplnou nepřítomnost zaměstnance na pracovišti anebo o nestandardní výrobu.

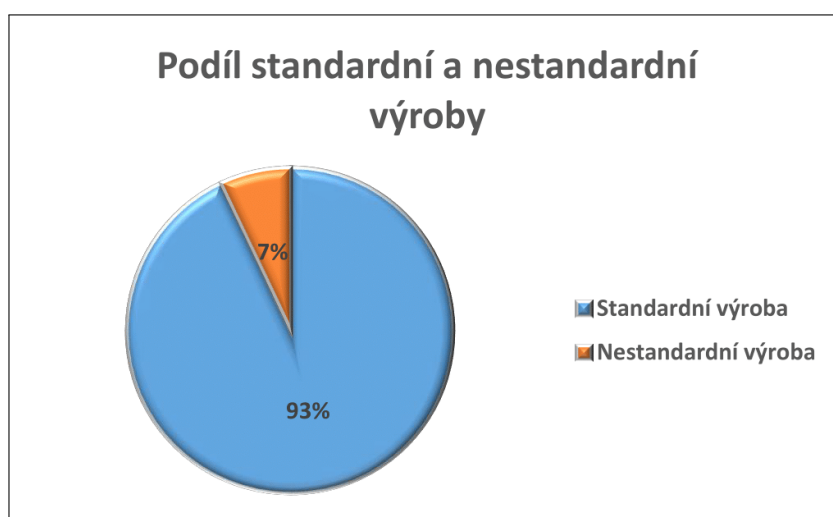
Řešením by bylo **nové rozdělení časů**. Jednalo by se o čas využitý, neproduktivní, ztrátový a neobsazený. *Využitý čas* by zůstal v původním stavu, jednalo by se tedy o čas, kdy probíhá standardní výroba a veškeré operace jsou zaznamenány čárovými kódy. *Neproduktivní čas* by obsahoval časy potřebné pro čištění, přestávku anebo technologické úpravy, tedy stále přes čárové kódy. *Ztrátový čas* by shrnoval časy poruch, čekání na jeřáb nebo bez práce, opět operace evidovatelné čárovými kódy. Všechny tyto časy by se tedy započítávaly do **standardní výroby**. Zbývající *neobsazený čas* by pak zachycoval neobsazenou směnu spolu s **nestandardní výrobou**. Ukázka nového rozdělení časů je vidět na obrázku 22.



Obrázek 22: Grafické znázornění nového rozdělení časů

Zbývajícím problémem, pro správné rozdělení standardní a nestandardní výroby je **určení rozdělení neobsazeného času**. Poměr nestandardní výroby vůči opravdovému neobsazení je možné vypočítat z rozdělení směnnosti ve výrobě, vyobrazeném v obrázku 16. Ukázka takového propočtu pro čtyři náhodně vybrané soustruhy je popsána v následujícím odstavci.

Doba provozu čtyř strojů za týden je 40 320 minut. Poměr obsazených a neobsazených směn je 56 % ku 44 %. Z obrázku 18 je zřejmé, že rozdělení pro obsazenou směnu je v poměru 81 : 12 : 7, kde posledních 7 % vystihuje právě nestandardní výrobu. Pokud v tomto poměru rozdělíme výše uvedených 56 %, získáme podrobnější procentuální podíl rozdělení směnnosti. Z celkové směnnosti tedy operace zabírají 45,36 %, přerušení zabírá 6,72 %, nestandardní výroba pak 3,92 % a zbývajících 44 % zůstává neobsazeným směnám. Standardní výroba zahrnuje veškeré operace a přerušení, celkem tedy 52,08 % (20 999 minut), neobsazený čas pak zabírá zbývajících 47,92 % (19321 minut). A právě z něj vypočteme zastoupení nestandardní výroby, které tvoří 1 581 minut. Podíl standardní a nestandardní výroby je tedy 20 999 ku 1 581 minutám (viz obrázek 23).



Obrázek 23: Grafické znázornění podrobného popisu ztrát strojů

Analogicky by se poměr standardní a nestandardní výroby vypočetl pro zbývajících stroje ve výrobní hale.

3.5 Zhodnocení ukončených operací

Pomocí interního systému, kdy zaměstnanci evidují provedené operace prostřednictvím čárových kódů, bylo možné zhodnotit poměr standardní a nestandardní výroby. Analýza by se prováděla v závislosti ukončených případů pomocí čárového kódu (evidence přihlášení a následného odhlášení zaměstnance), a celkového počtu případů (včetně poruch, inspekcí, revizí a jiných), na nichž se zaměstnanci předmětného úseku

podíleli. Rozdíl mezi těmito údaji pak tvoří celkové zastoupení nestandardní výroby na daném pracovišti.

Použitím analýzy ukončených operací by bylo možné uzpůsobit jednotlivé řešení nestandardní výroby na ty části úseků výroby, u kterých je situace nejkritičtější.

3.6 Identifikace problémů

Úkolem bylo zjistit, v jakých oblastech se nacházejí nedostatky a navrhnout, jak je lze objektivně vyřešit. Případně by stačilo omezit je na minimum.

Hlavními problémy, které je potřeba řešit jsou nedostatečné informace s ohledem na počet prováděných operací, plnění norem, neproduktivní hodiny a jejich rozdělení. Dále pak skutečný počet odpracovaných hodin zaměstnanců, zaevidování jejich provedené práce spolu s informacemi, na kterých pracovištích úkony prováděli.

Veškeré problémy vycházejí z nestandardní výroby. Jelikož nemůže být navedena do interního systému podniku pomocí čárových kódů, není možná přesná evidence operací a činností, které zaměstnanec vykonává [31].

3.6.1 Počet operací

Přesto, že zaměstnanec celý den pracoval na dané zakázce, není z důvodu nestandardní výroby evidováno, co přesně udělal. Neexistuje žádný záznam o skutečném počtu operací, které vykonal nebo zda je vůbec vykonal. Z toho vyplývají další problémy:

- přehled o přesném stavu plnění zakázky,
- počet vyrobených dílů, součástek,
- plánování a organizace směn,
- plánování počtu a obsazenosti strojů [31].

3.6.2 Plnění norem standardní výroby

Taktéž kapacitní plnění norem, respektive jejich neplnění je bez evidence v interním systému zdoluhavé a mnohdy i nepřesné. To má rovněž vliv na hodnocení nestandardní výroby a nestandardních situací. Tím pádem nelze vždy jasně vyhodnotit plnění normy. Evidence se musí zpětně doplňovat, čímž jsou vedoucí pracovníci více vytíženi. Může dojít k nekonzistenci skladových záznamů materiálu nebo vyrobených dílů. Z těchto

důvodů pak často dochází k pozdržení zakázky či nadmíře skladových zásob, které na sebe vážou kapitál [31].

3.6.3 Další problémy

Bez navedení čárových kódů operací současně není možné vyhodnotit skutečné neproduktivní hodiny strojů včetně jejich rozdělení, přesný počet odpracovaných hodin zaměstnanců a jejich pracovní úkony na daných pracovištích [31].

3.7 Specifikace požadavků

Návrhy řešení na nestandardní výrobní požadavky by měly pomoci při řešení problémů zmíněných v kapitole 3.6. Zavedením těchto řešení společnost doufá ve zlepšení situace, týkající se nestandardní výroby. Převážně jde o:

- zvýšení odvedených produktivních hodin,
- spravedlivé odměňování zaměstnanců,
- snížení neproduktivních hodin,
- zjednodušení údržby a přípravy výroby,
- lepší přehled o potřebě jednicových zaměstnanců, strojů a směn,
- více informací o skladbě a množství prostojů [31].

4 Návrhy řešení a jejich komplexní posouzení

Klíčovou součástí práce je navrhnout možné řešení nestandardních výrobních požadavků ve společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* Tyto návrhy by měly zlepšit informovanost vedení o celkovém průběhu výroby, o pracovních i nepracovních úkonech zaměstnanců, dostupnosti strojů, a jiných zlepšeních popsanych v kapitole 3.7. V následujících podkapitolách jsou shrnuty již existující a možné postupy pro řešení dané problematiky.

4.1 OEE - Celková efektivita výrobního zařízení

Společnost *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* plně disponuje systémem, který vy počítá ukazatel OEE, čili efektivní využití zařízení. Z důvodu, že je systém již dlouhodobě v provozu a metodika OEE je **plně zautomatizována**, by bylo vhodné doplnit ji o další ukazatele, které by mohly dále zefektivnit výrobu. Tyto ukazatele jsou odvozené od metodiky OEE a vznikly jako požadavky na **nové hodnocení efektivnosti** [25, 30].

4.1.1 Ukazatel TEEP

Ukazatel TEEP oproti OEE ve výpočtech **zohledňuje plánované prostoje**. Efektivnost zařízení se v tomto případě posuzuje v závislosti na kalendářním čase, ve kterém by toto zařízení bylo využíváno. Jelikož zařízení ve výrobě není v činnosti celý kalendářní rok, ale jen určité dny (nezapočítávají se soboty, neděle a státem uznávané svátky), lze tímto ukazatelem lépe vyhodnotit jeho celkovou využitelnost [26].

4.1.2 Ukazatele OAE a OPE

Ze všech ukazatelů, které vycházejí z metodiky OEE, zahrnují ukazatele OAE a OPE nejvíce druhů kalkulovaných ztrát. Bylo by je možné použít k **identifikaci a měření všech ztrát** spojených s celým výrobním procesem. OAE by kvantifikovalo výrobní ztráty podle výstupu a OPE výrobní ztráty podle času [26].

4.1.3 Ukazatel OFE

Jelikož je společnost *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* zaměřena na kusovou výrobu, probíhá ve výrobě více výrobních kroků na více strojích či zařízeních. Z tohoto důvodu je dobré využít ukazatel OFE, jelikož vyjadřuje **efektivnost vztahenou na celý výrobní podnik**. Zatímco OEE je zaměřeno na efektivnost jednotlivých zařízení, OFE vyhodnocuje všechna zařízení dohromady. Do výpočtu zahrnuje vztahy a interakce mezi různými zařízeními a procesy [26].

Výrobní prostředí se skládá z více subsystémů, které lze rozdělit do čtyř základních skupin:

- *series* (sériová, v řadě),
- *parallel* (paralelní, souběžná),
- *assembly* (spojení, montáž),
- *expansion* (rozdělení, expanze).

Těmito čtyřmi základními skupinami subsystémů by bylo možné namodelovat kompletní výrobní provoz. Metodiky OTE nebo CTE dále zkoumají efektivitu těchto jednotlivých subsystémů. OTE vyjadřuje poměr mezi skutečným a teoreticky možným výstupem. Metodika je úzce spojena se simulačními technikami pro zvyšování produktivity výroby. CTE je pak poměrem mezi teoretickou a skutečnou délkou cyklu [26].

Zavedením těchto dalších ukazatelů do výrobního systému společnosti by bylo možné **sledovat efektivitu** z dalších hledisek. Ze zjištěných výsledků by pak bylo možné dále zefektivňovat výrobu a ušetřit tak společnosti výdaje spojené se ztrátami, které OEE nevyhodnotí.

4.2 Určení pracovníků nestandardní výroby

V současné době se nestandardního výrobního procesu účastní všichni zaměstnanci společnosti. Touto skutečností pak nastávají problémy s náležitým ohodnocením. Jedním z řešení by tedy bylo určení **jednoho či více zkušených pracovníků** jednotlivých pracovišť na dané směně, kteří by výhradně prováděli operace spojené s nestandardní výrobou. V případě dokončení nestandardní výroby by pak tyto pracovníci nadále pracovali na standardní výrobě.

Pro rovnoměrné ohodnocení nestandardních výrobních operací by se tito zaměstnanci **střídali**. Tímto řešením by se docílilo jednoznačného určení pracovníka a prostojů spojených s nestandardní výrobou pro danou směnu, den, či týden, a tím by bylo možné všechny zaměstnance spravedlivě odměnit. Přestože je ve společnosti nedostatek pracovních sil, toto řešení nevyžaduje nábor nových zaměstnanců. Toto však není podmínkou.

4.3 Systémy pro zjišťování polohy

Výsledky analýzy ukázaly, že největším problémem při řešení nestandardní výroby jsou chyby způsobené **lidským faktorem**. Příkladem může být neukončení výrobních operací pomocí čárových kódů nebo neodhlášení zaměstnance ze zařízení. Z těchto důvodů by bylo vhodné zavést systémy pro zjišťování polohy. Tyto systémy se dělí na vnitřní a vnější. S ohledem na to, že je potřeba zajistit vnitřní prostory výroby (výrobní hala), vnější systémy pro zjišťování polohy pro tento případ nelze použít.

Tento systém umožňuje **zaměření polohy objektu uvnitř budovy**. Pro zaměření polohy je možné využít různé druhy bezdrátových technologií, které je možné navzájem kombinovat pro dosažení požadovaného výsledku. Využívanými technologiemi jsou například Wi-Fi sítě, při kterých je dosahovaná přesnost v rozmezí 5 až 15 metrů, technologie Bluetooth s dosahovanou přesností do 1 metru nebo UWB, které umožňuje lokalizaci s přesností méně než 30 centimetrů.

4.3.1 Použití ve výrobní hale

Návrh řešení je v rámci společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* vztažen pro výrobní halu, pro kterou je nutné systém pro zjišťování polohy upravit. Jelikož je potřeba **zaměřit zaměstnance výroby vůči danému stroji**, technologie Bluetooth je pro tuto výrobní halu dostačující. Veškerá zařízení jsou od sebe navzájem vzdálena v jednotkách metrů, nedojde tedy k případu, že se v okruhu jednoho metru od stroje vyskytuje další zařízení. To by v případě využití Bluetooth způsobovalo kolizi v aktuální poloze daného zaměstnance. Prvním krokem aplikace tohoto návrhu je tedy opatřit všechna pracoviště ve výrobní hale Bluetooth snímačem. Naopak každý zaměstnanec by byl vybaven vysílačem ve formě karty nebo čipu. Zařízení je velikostně totožné s běžným formátem platební karty, tudíž by zaměstnanec nebyl nikterak omezen.

Řešení tohoto typu nabízí v dnešní době několik firem zabývajících se touto problematikou. Tyto firmy jsou schopny dodat komplexní řešení systémů pro zjišťování polohy, a to jak po softwarové, tak po hardwarové stránce, včetně veškeré instalace a zprovoznění.

Použitím tohoto systému by bylo rovněž možné sledovat polohu nejen zaměstnanců, ale i výrobků a materiálu. Vedení společnosti by tak mělo lepší přehled o celkovém dění ve výrobní hale. Současně by se instalací tohoto systému nemusela rušit dosavadní opatření, naopak by se všechna navzájem doplňovala. Dále by nebylo nutné tento systém právně doplnit do kolektivních a pracovních smluv, jelikož princip jeho fungování je obdobný jako u aktuálně používaného systému hlášení se ke konkrétnímu pracovišti. V tomto případě dokonce bez jakéhokoli fyzického kontaktu, systém by evidoval používání strojů automaticky. Zaměstnanci by tedy nemuseli ztrácet čas přihlašování se k danému pracovišti.

Zavedením této metody by vedoucí pracovníci získali **přehled o skutečném používání strojů danými zaměstnanci**. Díky tomu by pak mohli být náležitě odměněni, a to i přesto, že pracovali na nestandardní zakázce, tudíž nemohli zavádět prováděné operace přes čárové kódy do interního systému. Jedinou nevýhodou může být vstupní investice do zavedení tohoto systému [15, 16].

4.4 Úprava interního systému

Možným řešením pro zaznamenání nestandardní výroby je rozšířit stávající interní systém o novou funkcionalitu. Ta by byla založena na stejné strategii jako stávající, tedy na **evidenci za pomoci čárových kódů**.

Zaměstnanci mají možnost zaevidovat takzvanou *operaci bez čárového kódu* (viz obrázek 12 vpravo dole). Momentálně se při této akci nezaeviduje žádnou z činností, které jsou na stroji provedeny. Řešením by tedy bylo **doplnit funkci** tohoto čárového kódu. V případě jeho načtení by se zobrazila shodná tabulka jako nyní a zaměstnanec by měl možnost zaevidovat, na jaké operaci pracuje, případně zvolit vlastní typ operace, kterou by ručně zadal.

Tímto řešením by vedení společnosti získalo přehled o vzniklých prostojích a celkovém dění při nestandardní výrobě.

4.5 Hodnocení zaměstnanců

Nejjednodušším způsobem ohodnocení zaměstnanců, kteří prováděli nestandardní výrobu, za kterou chtějí být patřičně odměněni, je následující. Zaměstnanec bez **přesného zápisu operací**, na kterých pracoval v rámci nestandardní výroby, nebude odměněn (prémie). Tento zápis by musel obsahovat veškeré náležitosti. Od data, kdy výrobu prováděl, přes počet vyrobených kusů, operací, přesné doby jejich výroby a v požadované kvalitě. Jeho výslednou práci by bylo možné podle těchto zápisů dohledat. Pokud zaměstnanec vyhoví veškerým požadavkům, jeho nadřízený provede zápis, na jehož základě bude zaměstnanec následující pracovní měsíc odměněn.

4.6 Stavební deník

V případě, že dojde k nestandardní výrobě, kdy zaměstnanec nemá daný technologický postup či výkresovou dokumentaci, je jednou z možností využívat **zápis do deníku** (například stavebního). Každý zaměstnanec by byl vybaven **vlastním deníkem**, do kterého by zapisoval veškeré operace a činnosti, které v rámci nestandardní výroby prováděl. Kontrolu, že uvedené zápisy jsou v pořádku, provádí nadřízený pracovník vždy na konci dané směny. Ten ověří konzistenci počtu vyrobených kusů a jejich technické parametry. V případě zjištění nepřesností záznamu si vedoucí pracovník vše poznamená. Pokud zjistí pravidelnost v chybných zápisech téhož pracovníka, může to zohlednit při vyplácení prémie, kdy tomuto pracovníkovi nebudou proplaceny [20].

Záznamy v deníku obsahují:

- jméno a příjmení zaměstnance,
- pracoviště a zařízení výkonu práce,
- čas zahájení a ukončení výkonu práce,
- popis a množství prováděných operací,
- počet vyráběných kusů (dílů),
- použitý materiál,
- montáže a jejich časový postup,
- místo uskladnění,
- mechanizační prostředky.

Předloha deníku je zobrazena na obrázku 24. Pravá část obrázku zachycuje stránku deníku, které jsou však odlišné pro konkrétní typ využití deníku.

Obrázek 24 ukazuje předlohu stavebního deníku. Vlevo je titulní strana s velkým titulkem "STAVEBNÍ DENÍK" a podtitulkem "PRIMOPROPISUJÍCÍ TISKOPIS". Pod titulkem je políčka pro "Firma, organizace". Vlevo dole je políčka pro "Název stavby" a číslo "PT 266". Vpravo je stránka deníku s titulkem "Denní záznamy stavby" a sloupcem "Datum".

Obrázek 24: Ukázka stavebního deníku [21]

Náklady na stavební deník se liší v závislosti na tištěné předloze deníku, počtu stran a formátu. Níže je uvedena tabulka 14 zobrazující cenové rozpětí stavebních deníků od různých výrobců.

Tabulka 14: Tabulka cenového rozpětí stavebního deníku

Výrobce	Formát	Cena v Kč
SEVT, a.s.	A4, 54 listů, číslovaný	75
Baloušek, s.r.o.	A4, ekologický tiskopis, nečíslovaný	83
Optys	A4 samopropisovací číslovaný, 53 listů	88
PaM	A4, 3x28 samopropisovacích nečíslované	105
Baloušek, s.r.o.	A4, 15 listů + 3x20 listů	138
mSk	A4 - 3 x 50 číslovaných listů	199

Výhoda této varianty je především v **nízkých nákladech** na zavedení, jelikož společnost nemusí nakupovat žádné zařízení pro zefektivnění výroby. Další výhodou je, že není potřeba žádné speciální školení zaměstnanců na danou metodu, a také přesný výčet operací, které zaměstnanec vykonal. Naopak nevýhodou stavebního deníku je čas,

který musí vedoucí zaměstnanec vynaložit na kontrolu záznamů. Nevýhodou je forma deníku, jelikož může v těchto podmínkách lehce dojít k jeho fyzickému poškození či dokonce k jeho ztrátě.

Oběma těmito nevýhodám by se dalo předejít použitím **elektronického stavebního deníku**. Jeho filozofie by byla naprosto shodná s výše popsány vlastnostmi, rozdílem by byl pouze způsob zavedení záznamu. Dosavadní interní systém by bylo možné **rozšířit o tuto funkcionalitu**, bez nutnosti dokupování specializovaných zařízení k tomu určených. Díky tomuto řešení by pak bylo možné náležité ohodnocení zaměstnanců při plnění nestandardní výroby, na které současný systém není uzpůsoben.

4.7 Metoda TPM

Tato metoda reprezentuje **totálně produktivní údržbu**. Jedná se spíše o filozofii managementu údržby, než o klasickou strategii údržby, nicméně pokud by se do společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* zavedla, mohlo by dojít k výraznému **zvýšení celkové efektivity výrobního zařízení** (OEE), na kterou má firma již zavedený interní systém.

Každý zaměstnanec obsluhující zařízení na kterém pracuje, by musel v rámci filozofie provádět **základní údržbu** tohoto stroje. Jednalo by se především o údržbu, kterou tito zaměstnanci zvládnou bez pomoci jiných pracovníků údržby. Jejich úkolem by tedy bylo čistit stroj od přebytečného mazu, oleje, třísek z obrábění a jiných nečistot, které by mohly zařízení znehodnotit [24].

Dalším bodem by bylo vytvoření **komplexního plánovacího systému preventivní údržby**. Jelikož údržba ve společnosti spravuje větší počet zařízení, nabízí se možnost využití systému pro řízení plánované preventivní údržby. Protože údržbářům vznikl nadbytek času, z důvodu nahrazení některých jejich povinností zavedením výše popsaného autonomního řízení údržby, lze zavést systém **CMMS**.

Jedná se o počítačový systém řízení údržby (někdy označován jako počítačový informační systém pro správu údržby). Balíky CMMS jsou vhodné pro jakékoli organizace provádějící údržbu zařízení, aktiv či celých nemovitostí. Základem celého systému je databáze informací o veškerých údržbových operacích probíhajících ve společnosti. Tyto informace pomáhají údržbářům pracovat efektivněji. Jsou z nich například schopni jednoznačně určit, které stroje vyžadují údržbu, a dále kde najít náhradní díly nutné

k této údržbě. Současně z těchto informací čerpají i vedoucí pracovníci, kteří tak dokáží vypočítat rozdíl mezi náklady na opravu poruch strojů a preventivní údržbě pro každý stroj, což může vést k lepšímu přidělování zdrojů. Údaje poskytované systémy CMMS mohou být také použity k ověření dodržování předpisů [19, 23].

Důležitou součástí těchto systémů je **modul plánovaná údržba**, na kterou se firma zaměřuje. Díky němu je možné vytvářet, sledovat a analyzovat plány preventivní údržby. Z těchto plánů jsou pak automaticky generovány pracovní příkazy, a to buď v daných periodách nebo podle počtu cyklů [19].

Dalším významným krokem pro efektivní zavedení této filozofie jsou **tréninkové kurzy** zaměstnanců. Společnost v rámci opatření, které si zvolí, musí současně zavést i systémy školení. Ta by se měla zaměřit na technické dovednosti, řešení problémů, tréninku údržby na zařízení, bezpečnostní aspekty daného zařízení a jiné.

Nedílnou součástí TPM je vytvoření malých **pracovních týmů**, které jsou vedeny a motivovány vrcholovým managementem podniku na splnění výše uvedených aspektů této metodiky.

Posledním pilířem této filozofie je zavedení **proaktivní údržby** (OEE). Tato metoda je rozvinuta v následující podkapitole 4.1 [24].

V případě zavedení této filozofie bude zvýhodněn celý výrobní podnik a ne jen jeho určité pracoviště. Velkou výhodou je **finanční nenáročnost** této metodiky. Společnost totiž nemusí vynakládat vysoké náklady, jako tomu je u systémů, dodávaných firmami třetích stran. Existují sice společnosti, zabývající se zavedením TPM do chodu výroby společnosti, jejich účast však není nutnou podmínkou. Pro zavedení této filozofie je postačující vhodné uzpůsobení chodu firmy vrcholovým managementem. Naopak nevýhodou je vytíženost zaměstnanců jednotlivých pracovišť. Ti musí rozšířit své znalosti a povinnosti o další škálu pracovních úkonů, a ty pak náležitě dodržovat, kvůli správnému fungování filozofie TPM [13, 14, 18, 24].

4.8 RCM – Údržba orientovaná na spolehlivost

Další návrh, který byl pro společnost doporučen, je zavedení programu preventivní údržby na spolehlivost, bezpečnost a bezporuchovost pro výrobní zařízení. Program preventivní údržby je výsledkem metody RCM. Společnost by musela provést několik kroků, které by měl pod vedením vedoucí údržby jakožto zainteresovaná osoba.

Nejprve se definují **hranice systému** (strojů nebo zařízení) a popřípadě jejich subsystémů. Pro každý takto vzniklý systém nebo subsystém se definuje jeho funkcionality. Dalším krokem je zadefinování **funkčně významných prvků**, označovaných jako FSI, mezi které patří vybrané součásti, strojní podskupiny nebo skupiny, části zařízení, objekty apod. Pro jednotlivé funkce těchto prvků se identifikují příslušné příčiny poruch, předvídají se následky těchto poruch včetně pravděpodobnosti jejich výskytu. Ke kategorizaci následků poruch funkčně významných prvků se využívá **strom logického rozhodování**. Ten slouží ke zjišťování použitelných a efektivních požadavků na preventivní údržbu pro jednotlivá zařízení podle bezpečnostních, provozních a ekonomických důsledků zjištěných poruch a podle mechanismu degradace způsobujícího tyto poruchy. Z takto vytvořeného stromu lze stanovit použitelné a efektivní údržbářské zásahy, které tvoří počáteční program údržby. Základním cílem všech zásahů je dosažení bezpečnosti pracovníků a eliminace nežádoucích environmentálních dopadů, jakož i dosažení provozních a ekonomických požadavků. Pokud nelze identifikovat žádné takovéto zásahy, je nutné daný prvek nebo proces přepracovat. Posledním krokem je pak zavedení **dynamického programu údržby**. Ten vyplývá z rutinní a systematické aktualizace počátečního programu údržby a z jeho revizí pomocí sledování, sběru a analýzy dat z provozu. Program, který bude na počátku zaveden, mění svou podobu po celou dobu jeho fungování.

Touto metodou lze předcházet nežádoucím poruchám a jejich následkům v oblasti bezpečnosti, narušování provozu a snižování hospodárnosti. Naopak určitou slabinou této normované metody je subjektivní stanovení intervalů mezi preventivními údržbářskými zásahy. Taktéž tato metoda je finančně nenáročná avšak efektivní. Její nevýhodou je opět větší vytížení lidských zdrojů. K předpokladům úspěšné aplikace rovněž patří i podpora vrcholového vedení a zapojení všech zainteresovaných stran jako technici, údržbáři a obsluha strojních zařízení [11, 17, 18].

5 Celkové zhodnocení a závěr

Veškeré návrhy popsané v kapitole 4 byly již v rámci této kapitoly komplexně posouzeny. Dále byly předloženy zástupci společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.* a zhodnoceny v závislosti na možnostech zavedení do výrobního procesu.

První zmíněný návrh řešení nestandardních požadavků je rozšíření metodiky OEE o další ukazatele. To bylo vedením společnosti přijato kladně a v následujících obdobích se bude projednávat možnost jejich zavedení.

Druhým návrhem je určení pracovníků nestandardní výroby. Toto opatření je reálné, jelikož nevyžaduje nábor nových zaměstnanců a další výdaje pro společnost.

Řešení za použití systémů pro zjišťování polohy bylo vedením společnosti zamítnuto. Hlavním důvodem tohoto rozhodnutí byly vysoké náklady počáteční investice tohoto řešení.

Dalším navrhovaným řešením bylo rozšíření interního systému. Tento návrh byl vedením společnosti přijat a bude dále analyzován spolu s firmou, která celý interní systém společnosti spravuje a udržuje.

Následující návrh řešení nestandardních požadavků je hodnocení zaměstnanců na základě dostupných zápisů o jejich provedené práci. Toto řešení je nízkonákladové a velmi efektivní a bylo společností přijato k řádnému otestování v běžném provozu.

V pořadí dalším návrhem je zavedení stavebního deníku. V jeho rámci by zaměstnanci zapisovali veškerou svou činnost vztahenou na nestandardní výrobu. Díky tomu, že by vedoucí pracovníci měli kompletní záznamy jejich činností, mohli by být zaměstnanci za své pracovní úkony náležitě ohodnoceni. Toto momentálně není možné, jelikož operace nestandardní výroby lze sice zaznamenat za pomoci čárového kódu, ale dále není možné zaevidovat veškeré operace a činnosti, které jsou následně vykonány.

Dalším možným řešením je zavedení systému autonomní údržby. Díky ní by se uvolnil čas údržbářů na jiné plánované činnosti. Tato strategie byla navržena vedením společnosti a je dále v řešení.

Program preventivní údržby pro bezpečnost a bezporuchovost výrobních zařízení nebyl vedením přijat z důvodu vysokého vytížení pracovníků ve výrobní hale.

Výsledkem této diplomové práce jsou návrhy řešení nestandardních výrobních požadavků ve společnosti *VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.*

Literatura

- [1] *Hodnocení hospodářské úrovně ČR a vybraných zemí* [online]. 2009 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: http://cvvm.soc.cas.cz/media/com_form2content/documents/c1/a3601/f3/100877s_ev90226.pdf
- [2] Řízení a údržba průmyslového podniku: Náklady na údržbu. *CMMS: Condition Monitoring & Maintenance Systems* [online]. Praha 5: Česká spořitelna, 2008 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://www.cmms.cz/rizeni-udrzby/160-naklady-na-udrzbu.html>
- [3] KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vydání. Praha: C. H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [4] BENADIKOVÁ, Adriana, Štefan MADA a Stanislav WEINLICH. *Čárové kódy: automatická identifikace*. Praha: Grada, 1994. ISBN 80-85623-66-8.
- [5] In: *WholesGame: Wholesale Video Games and Consoles* [online]. 2014 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <https://wholesgame.com/wp-content/uploads/sample-barcode.jpg>
- [6] In: *QR Treasure Hunt Generator!* [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www.classtools.net/QR/pics/qr.png>
- [7] SKŘIVÁNEK, Miroslav a Emil POLÍVKA. *Provozní spolehlivost a údržba strojů*. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, n.p., 1974, 252 s. ISBN 04-326-74.
- [8] TOMEK a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada Publishing, 2007, 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
- [9] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada Publishing, 2014, 368 s. ISBN 978-80-247-4486-5.
- [10] JUROVÁ, Marie. *Řízení výroby I*. Vyd. 2. přeprac. a dopl. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005, 81 s. ISBN 80-214-3066-4.

- [11] KORECKÝ, Michal a Václav TRKOVSKÝ. *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Praha 7: Grada Publishing, 2011, 584 s. ISBN 978-80-247-3221-3.
- [12] ŠTURMA, Martin. *Provoz, revize a údržba technických zařízení: vyhrazená technická zařízení elektrická, plynová, tlaková, zdvihací*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-5121-4.
- [13] TPM – totálně produktivní údržba. *Průmyslové inženýrství* [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://prumyslove-inzenyrstvi.conversio.cz/uzitecne-informace/total-productive-maintenance-totalne-produktivni-udrzba>
- [14] TPM. PRODUKTIVITA.CZ [online]. 2006 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/cs/metody-pi/tpm.html>
- [15] Indoor Positioning, Tracking and Indoor Navigation with Beacons. *Infsoft* [online]. 2017 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <https://www.infsoft.com/technology/sensors/bluetooth-low-energy-beacons>
- [16] Indoor Positioning with Ultra-wideband. *Infsoft* [online]. 2017 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <https://www.infsoft.com/technology/sensors/ultra-wideband>
- [17] LEGÁT, Václav, Pavel FUCHS a Josef POŠTA. *Údržba zaměřená na bezporuchovost (RCM)* [online]. Praha, 2004 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: http://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehlivost/Sborniky/17_RCM.pdf. Skriptum.
- [18] NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení* [online]. Ostrava, 2007 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/organizace-a-rizeni.pdf>. Učební text. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.
- [19] Maintenance Control. *Act-In: Inovativní technologická společnost zaměřená na služby a systémy pro výrobu a údržbu* [online]. Brno, 2015 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www.act-in.cz/maintenance-control>
- [20] Stavební zákon: Část čtvrtá. *Business center* [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://business.center.cz/business/pravo/zakony/stavebni/cast4h4.aspx>

- [21] Stavební deník A4, PT255. In: *INPAP* [online]. Černá Hora [cit. 2017-05-10].
Dostupné z: <https://img.inpap.eu/commodityDetailZoom/images/112118.jpg>
- [22] TPM - Totálně produktivná údržba. *Enprag: Inovativní technologická společnost zaměřená na služby a systémy pro výrobu a údržbu* [online]. Praha, 2016 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <https://www.stihlavyroba.eu/tpm-totalne-produktivni-udrzba/s-45/>
- [23] Computerized maintenance management system. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-05-03].
Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Computerized_maintenance_management_system
- [24] ŽILKA, Miroslav. *Efektivní strategie pro řízení údržby* [online]. [cit. 2017-05-03].
Dostupné z: https://www.qmprofi.cz/33/efektivni-strategie-pro-rizeni-udrzby-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z06uRx25tHcOj0eO_SkKPZE/
- [25] Co je to: "OEE"? Celková efektivita zařízení, Overall equipment efficiency. *Volko* [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z:
http://www.volko.cz/new/slovník_vykonnosti.php?ID_term=8
- [26] OEE a odvozené ukazatele TEEP, PEE, OAE, OPE, OFE, OTE a CTE. *MES Centrum* [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z:
<http://www.mescentrum.cz/clanky/mes-mom/133-oee>
- [27] FEJFAR, Vítězslav. Trendy v managementu údržby. *Konstrukce* [online]. Ostrava, 2008 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z:
<http://www.konstrukce.cz/clanek/trendy-v-managementu-udrzby/>
- [28] OEE (Celková efektivita zařízení): Aplikace pro výpočet OEE. *ATS: aplikované technické systémy* [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z:
http://www.ats-global.com/oee-celkova-efektivita-zarizeni_2089_czcs
- [29] CEZ (OEE). *Svět Produktivity* [online]. Prostějov, 2012 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/CEZ-OEE.htm>
- [30] Řízení údržby. *Pharis: Výrobní informační systém* [online]. Brno [cit. 2017-05-03].
Dostupné z: <http://www.pharis.cz/cs/klicove-oblasti-rizeni-udrzby>

- [31] PROCHÁZKA, M. *Interview*. VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.,
Ruská 2929/101A, 703 00 Ostrava-Vítkovice. 10.5.2017.

Seznam obrázků

Obrázek 1	Pilíře TPM [24]	15
Obrázek 2	RCM	16
Obrázek 3	Vizuální porovnání <i>EAN</i> a <i>QR</i> kódu [5, 6]	18
Obrázek 4	Schéma činitelů výroby, které jsou předmětem standardizace .	20
Obrázek 5	Struktura normativní základny z věcného hlediska	22
Obrázek 6	Vizualizace efektivního využívání zařízení	24
Obrázek 7	Struktura společnosti <i>VÍTKOVICE HOLDING, a.s.</i>	25
Obrázek 8	Ukázka produktů a strojů společnosti Vítkovice	26
Obrázek 9	Celkové organizační schéma veškerých pracovišť	28
Obrázek 10	Výrobní pracoviště oddělení 710 - <i>NS Strojírenská a montovaná výroba</i>	28
Obrázek 11	Vývojový diagram standardního průběhu výroby	29
Obrázek 12	Ukázka možných operací a jim příslušných čárových kódů . . .	30
Obrázek 13	Vývojový diagram nestandardního průběhu výroby	33
Obrázek 14	Ukázka ze systému využitých směn [31]	38
Obrázek 15	Grafické znázornění výkonnosti, dostupnosti a OEE	39
Obrázek 16	Grafické znázornění poměru obsazených a neobsazených směn	40
Obrázek 17	Grafické znázornění celkové obsazenosti strojů	40
Obrázek 18	Grafické znázornění kapacitního využití	41
Obrázek 19	Grafické znázornění celkového kapacitního vytížení strojů . . .	41
Obrázek 20	Grafické znázornění časového využití soustruhů [31]	42
Obrázek 21	Grafické znázornění podílu standardní a nestandardní výroby [31]	42
Obrázek 22	Grafické znázornění nového rozdělení časů	46
Obrázek 23	Grafické znázornění podrobného popisu ztrát strojů	47
Obrázek 24	Ukázka stavebního deníku [21]	55

Seznam tabulek

Tabulka 1	Porovnávací tabulka vybraných čárových kódů [4]	18
Tabulka 2	Tabulka záznamů prováděných operací	31
Tabulka 3	Údaje vstupů a výstupů ze systému	32
Tabulka 4	Údaje o počtu zařízení, kterými společnost disponuje [31] . . .	35
Tabulka 5	Rozdělení počtu ostatních zařízení [31]	35
Tabulka 6	Rozdělení časů ve směně [31]	35
Tabulka 7	Porovnávací tabulka dostupnosti, výkonnosti a OEE [31] . . .	37
Tabulka 8	Souhrnná tabulka dostupnosti, výkonnosti a OEE [31]	37
Tabulka 9	Porovnávací tabulka poměru obsazených a neobsazených směn [31]	37
Tabulka 10	Souhrnná tabulka poměru obsazených a neobsazených směn [31]	37
Tabulka 11	Porovnávací tabulka kapacitního vytížení obsazených směn [31]	38
Tabulka 12	Souhrnná tabulka poměru vytíženosti obsazených směn [31] . .	39
Tabulka 13	Příklad analýzy ukončených operací	43
Tabulka 14	Tabulka cenového rozpětí stavebního deníku	55